

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo al
cemento por 5% de ceniza de cáscara de arroz y por 5% de
polvo de concha de abanico**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Coronación Diestra, Sthephanny María

Asesor

Lopez Carranza, Ruben

Chimbote – Perú

2019

PALABRAS CLAVES

Tema	MORTERO
Especialidad	TECNOLOGÍA DE MATERIALES

KEYWORDS

Topic	MORTAR
Specialization	MATERIALS TECHNOLOGY

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

PROGRAMA	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
OCDE	Ingeniería y tecnología Ingeniería Civil Ingeniería de la Construcción
Campo de Investigación	Materiales de la Construcción Tecnología de la Construcción y Procesos Constructivos

TITULO:

Resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo al cemento por 5% de ceniza de cáscara de arroz y por 5% de polvo de concha de abanico.

RESUMEN

El propósito de la investigación fue conocer el efecto de la sustitución al cemento por 5% de ceniza de cáscara de arroz y 5% de polvo de concha de abanico, en la resistencia a compresión de un mortero, estudio que se realizó en la ciudad de Chimbote, 2017, utilizando agregado grueso de la cantera Vesique y cemento portland tipo I con la finalidad de encontrar alternativas de materiales para su aplicación en el campo de la ingeniería civil.

Dentro de su metodología se empezó determinando la activación mecánica de la concha de abanico, la trituración fue realizada con un batán hasta llegar a un tamaño aproximadamente de 0.30 mm, luego se realizó la activación térmica por 4 horas a 900°C y finalmente trituramos la muestra hasta que nos quedó un tamaño de 0.15 mm; la cáscara de arroz tuvo un procedimiento similar, se pre-calcinó a cielo abierto hasta convertirse en ceniza, pasó a ser activado térmicamente al horno por 2 horas a 400°C y luego se procedió a moler hasta un tamaño de 0.15 mm. Seguido se realizaron los siguientes ensayos: Fluorescencia de Rayos X, pH, y la relación a/c de ambos materiales para el mortero patrón y experimental, para evaluar la resistencia a la compresión a edades de 3,7, 28, 45 y 90 días.

El objetivo de la investigación fue determinar la resistencia a compresión en mortero sustituyendo al cemento en peso en un 5% por ceniza de cáscara de arroz y por 5% por polvo de concha de abanico.

ABSTRACT

The purpose of the investigation was to know the effect of the substitution to the cement by 5% of rice husk ash and 5% of shell dust, in the resistance to compression of a mortar, a study that was carried out in the city of Chimbote, 2017, using coarse aggregate from the Vesique quarry and portland type I cement in order to find alternative materials for its application in the field of civil engineering.

Within its methodology was started determining the mechanical activation of the fan shell, the crushing was done with a batán until reaching a size of approximately 0.30 mm, then the thermal activation was carried out for 4 hours at 900 ° C and finally we crushed the shows until we got a size of 0.15 mm; the rice husk had a similar procedure, it was before calcined in the open to ash, it was thermally activated in the oven for 2 hours at 400 ° C and then proceeded to grind to a size of 0.15 mm. The following tests were then carried out: X-ray fluorescence, pH, and the a / c ratio of both materials for the standard and experimental mortar, to evaluate the resistance to compression at ages of 3.7, 28, 45 and 90 days.

The objective of the research was to determine the resistance to compression in mortar, replacing cement by weight in 5% with rice husk ash and 5% with shell powder.

ÍNDICE

Palabras Claves – Línea de Investigación	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice	v
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGIA DEL TRABAJO.....	30
RESULTADOS	44
ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	56
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	62
DEDICATORIA.....	64
ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Componentes Químicos del Cemento Pacasmayo Tipo I.	10
Tabla N° 02: Requisitos de gradación según NTP 339.067.	12
Tabla N° 03: Requisitos para agua de mezcla según la NTP 339.088	14
Tabla N° 04: Composición química de la cáscara de arroz.	24
Tabla N° 05: Características físicas de la cáscara de arroz.	25
Tabla N° 06: Composición química de la ceniza de cáscara de arroz, mediante el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X.	27
Tabla N° 07: Composición química de la concha de abanico, mediante el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X.	28
Tabla N° 08: Resultado del análisis de pH de la ceniza de cáscara de arroz, del polvo de concha de abanico y de la mezcla de ambos	47
Tabla N° 09: Fluidez del mortero patrón y experimental	48
Tabla N° 10: Características de los pesos de los especímenes de morteros patrón y experimental.	48
Tabla N° 11: Ensayo de compresión en mortero patrón.	49
Tabla N° 12: Ensayo de compresión en mortero Experimental.	51
Tabla N° 13: Resistencias promedios (Patrón – Experimental).	52
Tabla N° 14: Pesos Promedios (Patrón – Experimental).	53
Tabla N° 15: Resistencias a la compresión de cubos de mortero con un porcentaje de cemento sustituido por la combinación de ceniza de cascara de arroz y polvo de concha de abanico según días de curado	54

Tabla N° 16: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los cubos de mortero.	55
--	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Resistencia a la compresión promedio – Patrón.	50
Gráfico N°02: Resistencia a la compresión promedio – Experimental.	52
Gráfico N°03: Comparación de Resistencia a la compresión de Mortero Patrón y Experimental.	53
Gráfico N°04: Comparación de pesos promedios de especímenes Patrón y Experimental.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Micrografía: reacción de hidratación del cemento	21
Figura N° 2: Cáscara de arroz.	23
Figura N° 3: Micrografías: a) Cascarilla de arroz; b) Parte externa	24
Figura N° 4: Partes de la concha de abanico.	28
Figura N° 5: Ubicación Geográfica del apilador “Zavaleta”, Distrito de Santa.	35
Figura N° 6 Recolección de la cáscara de arroz del molino “Zavaleta”	35
Figura N° 7: Calcinación a campo abierto de la cáscara de arroz.	36
Figura N° 8: Muestra de la ceniza obtenida después del proceso de calcinación.	37
Figura N° 9: Mufla Wise Therm. El color de la muestra se convierte homogéneo.	37
Figura N° 10: Ubicación Geográfica de ACUAPESCA.	38
Figura N° 11: Trituración de la concha de abanico utilizando un batán.	38
Figura N° 12: Muestra de la concha de abanico activada.	39
Figura N° 13: Arena extraída de la cantera Vesique.	40

Figura N° 14: Análisis Calorimétrico de la concha de abanico.	44
Figura N° 15: Análisis Termo Gravimétrico de la concha de abanico.	45
Figura N° 16: Análisis Calorimétrico de la cáscara de arroz.	45
Figura N° 17: Análisis Termo Gravimétrico de la cáscara de arroz.	46

I. INTRODUCCIÓN:

De los antecedentes encontrados se ha abordado los trabajos más relevantes a ésta investigación, como el de *Vásquez, R. (2002)*. Sostiene que mediante la calcinación controlada de la cáscara de arroz, a baja temperatura (400°C) por dos horas, obtiene una ceniza que consiste esencialmente en sílice amorfa, con un alto contenido de SiO₂ (93%). Concluyendo que la ceniza de cáscara de arroz posee gran actividad puzolánica y cumple con los requisitos de los índices de actividad Puzolánico. Los resultados demuestran la factibilidad técnica de la elaboración de los cementos Portland con incorporación de ceniza de cáscara de arroz, con porcentajes de adición hasta el 30%.

Así mismo se revisó la investigación de *Águila, I. & Sosa, M.(2008.)* Sostiene que la utilización de cenizas de cascarilla de arroz obtiene un poco más de 80 % de sílice en su composición después de haber sido calcinada por su propia combustión.

Se concluyó que las adiciones de ceniza de cascarilla de arroz al cemento provocan incrementos en la resistencia a la compresión, siendo el porcentaje ideal de sustitución de 20 %, arrojando una resistencia a la compresión con los siguientes resultados: A los 90 días se obtuvo un patrón de 474 kg/cm² y un experimental de 507 kg/cm².

En la investigación de *Gómez, A. (2009)* sostiene que al sustituir al cemento en un 10, 20 y 30% por ceniza de cáscara de arroz en una mezcla de mortero, siendo ésta quemada al aire libre, se obtuvieron los siguientes resultados: la prueba a compresión en las probetas patrones y experimentales alcanzó un promedio a los 28 días de la mezcla sin sustitución una resistencia de 381kg/cm², sustituido el 10% arrojó una resistencia de 453kg/cm², sustituido el 20% resultó con 410 kg/cm² y con el 30% resultó con el 370 kg/cm².

Así mismo se revisó la investigación de *Mendes, C. (2010)* en su investigación sostiene la determinación de la cáscara de arroz como material puzolánico aplicado en morteros de revestimientos.

Se concluyó Técnicamente, los resultados de la resistencia a la adherencia rendimiento superior del mortero añadido con 5% de cáscara de arroz, que puede ser utilizando en recubrimientos internos y externos, Los resultados obtenidos para la sustitución al 10%.

Por otro punto, en la investigación de *Villegas, C. (2012)* éste estudio realizado tuvo como objetivo verificar la utilización de puzolanas en la producción de morteros y concretos para revestimiento, utilizando la ceniza de cáscara de arroz obtenida de una calcinación controlada al aire libre.

Se concluyó que en el ensayo de Resistencia a la compresión sustituyendo al cemento en un 10% y 15% de ceniza de cáscara de arroz en una mezcla de mortero, dando como resultados una resistencia patrón a los 28 días de 397 kg/cm²; sustituyendo el 10% nos dio una resistencia de 425 kg/cm² y sustituyendo el 15% nos dio una resistencia de 403kg/cm².

Por último en la investigación de *Julián et. al. (2015)* sostienen una investigación basada en la determinación de la resistencia en compresión de un concreto; en el cual, el cemento fue sustituido en porcentajes de 5%, 10% y 15% por separado, para cada uno de los materiales investigados entre ellos el residuos de “*Argopecten purpuratus*” Concha de abanico el cual fue activada térmicamente a 900°C por 4 horas. Como resultado más prometedor la sustitución al 5%, dando como resistencia promedio a los 28 días. Sustituyendo el 5% por concha de abanico se obtuvo una resistencia promedio de 298.63 kg/cm². Sustituyendo el 10% por concha de abanico se obtuvo una resistencia promedio de 250.93 kg/cm². Sustituyendo el 15% por concha de abanico se obtuvo una resistencia promedio de 261.59 kg/cm².

De acuerdo a lo revisado en los antecedentes se justifica la presente investigación en los aspectos social y del conocimiento.

El aporte teórico del trabajo es que permitirá determinar el efecto de la sustitución del cemento en un 10% (5% por ceniza de cáscara de arroz y 5% por polvo de concha de abanico) en la resistencia a compresión en una mezcla de mortero, con el fin de encontrar alternativas de materiales para su aplicación en el campo de la ingeniería civil. Este proyecto trata de contribuir con avances tecnológicos para obtener una mejor mezcla de mortero, la Cascarilla de arroz es el mayor residuo resultante de la producción agrícola con alto contenido de Sílice, convirtiéndose así, en una alternativa potencial para uso en la industria de la construcción gracias a sus características puzolánicas y su alta disponibilidad alrededor del mundo. En el caso del uso de los residuos crustáceos estaría contribuyendo a reducir la explotación de canteras y se le daría uso a estos botaderos de conchas, reduciendo al mismo tiempo la contaminación ambiental.

La investigación se justifica de manera social porque busca dar una aplicación a los resultados de la búsqueda de nuevos materiales orientados a resolver los problemas de la sociedad en el campo de la ingeniería civil.

La ciudad de Chimbote, ubicada en un área geográfica de condiciones geológicas adversas hace que las estructuras de las obras civiles de concreto expuestas presenten deterioro por su defecto. Las Obras civiles de importancia que se están realizando muchas veces presentan elementos de difícil obtención y elevado costo.

En la industria arrocera, el principal desecho que se genera es la cascarilla que recubre el grano de arroz. La cascarilla es un desecho de muy difícil biodegradación, esto sumado a los residuos crustáceos que se arrojan diariamente a los botaderos causan contaminación ambiental.

De aquí parte el trabajo de investigación buscando innovar el concepto de autoconstrucción para las zonas pobres. La utilización de las cenizas de cáscara de arroz y el polvo de concha de abanico, busca comprobar que estos materiales pueden sustituir al cemento en una mezcla de mortero.

Por lo expuesto se plantea el siguiente problema de manera interrogativa:

¿En qué medida mejorará la resistencia a compresión al sustituir al cemento en un 10% (5% por ceniza de cáscara de arroz y 5% por polvo de concha de abanico) en una mezcla de mortero en comparación a un mortero convencional?

Tecnología del concreto:

Gonzales, M. (1962), indica que el concreto, presenta un comportamiento viscoso, mientras que la otra, formada por los agregados, muestra un comportamiento casi elástico. Estando los agregados rodeados y separados entre ellos por la pasta de cemento. Resulta así, la definición de un material heterogéneo, cuya estructura particular posibilita un comportamiento inelástico; siendo las deformaciones de la fase viscosa susceptible de ser modificadas por el tiempo y las condiciones de curado, creando tensiones internas considerables.

Por otra parte a los problemas de diseño y construcción, característicos de las fábricas de piedra, de índole mecánica según las formas y las masas de los elementos, se unen en las construcciones de concreto multitud de otros factores, que deben ser conocidos y apreciados por el Ingeniero, que interviene directamente en su fabricación desde una primera instancia. Así pues, ha de estudiar el tipo y calidad de los áridos, los problemas de fraguado y endurecimiento del aglomerante, la dosificación del conjunto, su fabricación y puesta en obra, su comportamiento bajo la acción de las cargas y de los agentes destructivos.

Mortero:

El Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E.070 Albañilería) manifiesta que El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado.

Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 334.051, NTP 399.607 y NTP 399.610.

La consistencia de un mortero define la manejabilidad o trabajabilidad del mismo. En algunos manuales se denomina plasticidad, pero ésta es un grado de como veremos. La consistencia adecuada se consigue en obra mediante la adición de cierta cantidad de agua que varía en función de la granulometría del mortero, cantidad de finos, empleo de aditivos, absorción de agua de la base sobre la que se aplica, así como de las condiciones ambientales, gusto de los operarios que lo utilizan, etc.

Propiedades del mortero:

Trabajabilidad: este concepto es fundamental en la etapa en que el mortero se mantiene en estado plástico, puesto que condiciona sus características en dicha etapa, la que a su vez corresponde a la de su empleo en obra. Es una característica que contribuye a evitar la segregación y facilitar el manejo previo durante la colocación de la mezcla. Para que la mezcla pueda colocarse fácilmente en las formas y se obtenga un vaciado compacto y denso, es necesario que sea suficientemente plástico.

Plasticidad: es la propiedad que define la trabajabilidad del mortero. Depende de la consistencia de la granulometría de la arena y de la cantidad de finos que contenga la misma. Se puede mejorar con el uso de aditivos plastificantes o aireantes. Los morteros en los que se utiliza cal, mejoran notablemente la plasticidad, ya que aumenta el número de finos actuando como lubricante.

Retención de agua: es la propiedad que tienen los morteros para mantener la trabajabilidad cuando están en contacto con piezas absorbentes, evitando que pierda el agua de forma rápida, lo que además podría dar problemas en el fraguado del cemento pudiéndose producir el ahogamiento del mismo. (NTP 334.057)

Segregación: es la separación de los componentes del mortero, lo que origina morteros disgregados. Se evita añadiendo agua en exceso y utilizando arenas con tamaños no muy grandes.

Adherencia: es la propiedad que mide la facilidad o resistencia que presenta el mortero al deslizamiento sobre la superficie del soporte en el que se aplica. Se mejora mediante un mayor incremento de cemento y cal y mediante el uso de finos arcillosos en la arena.

Contenido de aire: es siempre perjudicial y se encuentra como impureza gaseosa en cantidades dependientes principalmente del tamaño máximo de los agregados, y secundariamente de las características de este. Para fines de cálculo suele estimarse en un 3 % el volumen de aire naturalmente incorporado por los morteros.

Exudación: el proceso de exudación se produce porque los morteros están constituidos por materiales de distinto peso específico, razón por la cual los materiales más pesados (sólidos) tienden a decantar y los más livianos como el agua tienden a ascender.

Fraguado: se define como fraguado el cambio de estado físico que sufre una pasta desde una condición blanda hasta una condición de rigidez. El proceso de fraguado comienza desde el momento en que se inicia la fase activa del proceso químico exotérmico que culminará con la solidificación dentro de las cuatro o cinco horas siguientes desde la preparación del mortero.

Densidad: la densidad del mortero se define como el peso por unidad de volumen. Esta depende del peso específico y de la proporción en que participan cada uno de los diferentes materiales constituyentes del mortero.

Clasificación de los morteros:

Según la Norma ASTM C 270, los morteros se clasifican de acuerdo a sus propiedades o sus proporciones, considerando que toda especificación se realizará solo por una de ellas, nunca ambas.

Características del Mortero Tipo “M”:

- Es un mortero de alta resistencia a la compresión.
- Brinda mayor durabilidad en comparación de otros tipos de morteros.
- Uso destinado a mampostería sometida a grandes fuerzas de compresión, acompañadas de congelamiento, grandes cargas laterales de tierra, vientos fuertes y temblores.
- Se recomienda su uso en estructuras en contacto con el suelo, cimentaciones, muros de contención, etc.

Características del Mortero Tipo “S”:

- Posee mayor adherencia que otros morteros.
- Uso en estructuras sometidas a cargas de compresión normales, pero que a la vez requieran alta adherencia.
- Debe usarse en casos donde el mortero es el único agente de adherencia con la pared, como el revestimiento de cerámicos.

Características del Mortero Tipo “N”:

- Es un mortero de propósito general y es utilizado en estructuras sobre el nivel del suelo.
- Es bueno en enchapes, paredes internas y divisiones.
- Representa la mejor combinación entre resistencia, trabajabilidad y economía.
- Las mezclas de este tipo alcanzan una resistencia a la compresión cerca de 125kg/cm². Debe tenerse en cuenta que la mano de obra y los elementos de albañilería afectan esta resistencia.

Características del Mortero Tipo “O”:

- Son morteros de baja resistencia y alto contenido de cal.
- Son usados en construcción de vivienda de uno o dos pisos.
- Es preferido por los albañiles por su alta trabajabilidad y bajo costo

Componentes del mortero:

En un principio, se dijo que un mortero es la mezcla de un material aglomerante (cemento Pórtland y/u otros cementantes), un material de relleno (agregado fino o arena), agua y eventualmente cal y aditivos. La norma ASTM C-270 dentro de sus especificaciones, presenta las propiedades que estos materiales deben cumplir.

Cemento portland:

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Hasta este punto la molienda entre estas rocas es llamada Clinker, esta se convierte en cemento cuando se le agrega yeso, este le da la propiedad a esta mezcla para que pueda fraguar y endurecerse.

El Clinker es un producto artificial obtenido de la calcinación a elevadas temperaturas (1400 – 1450°C) de la mezcla en proporciones específicas de polvo de rocas arcillosas y calizas, obteniéndose módulos de varios tamaños usualmente ¼” a 1” de diámetro de color negro característico, reluciente y duros al enfriarse.

Componentes Químicos:

Cada uno de los cuatro compuestos principales del cemento portland contribuyen en el comportamiento del cemento, cuando pasa del estado plástico al endurecido después de la hidratación.

- **Silicato Tricálcico (C3S):** Este compuesto químico define la resistencia inicial y tiene incidencia directa en el calor de hidratación.
- **Silicato Dicálcico C2S:** Este compuesto define la resistencia a largo plazo, teniendo menos incidencia en el calor de hidratación.
- **Aluminio Tricálcico C3A:** Este compuesto por sí solo no incide en la revista del cemento, pero en combinación con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso de 3% a 6% para controlarlo.
- **Aluminio Ferrita Tricalcica C4AF:** Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y en menor incidencia en el calor de hidratación.
- **Oxido de Magnesio (MgO):** Este componente tiene importancia para contenidos mayores del 5% pues genera problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida.

- **Oxido de Potación y Sodio (K₂O5NaO):** Son más importantes estos alcalis cuando entran en contacto con cierto tipo de agregados produciéndose reacciones químicas generando expansiones en los cementos y morteros.
- **Oxido de Manganeso y titanio (Mn₂O₃, TiO₂):** El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su colocación, que tiende a ser marrón si se tiene contenidos mayores al 3% y se ha observado que para contados mayores del 5% existe disminución de las resistencias a largo plazo. El segundo componente influye en la resistencia, reduciéndola para contenidos mayores del 5%.

Tabla N°01: Componentes Químicos del Cemento Pacasmayo Tipo I

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Oxido de Sílice: SiO ₂	20.50%
Oxido de Fierro: Fe ₂ O ₃	2.60%
Oxido de Aluminio: Al ₂ O ₃	5.40%
Oxido de Calcio: CaO	63.90%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: SO ₃	3.00%
Perdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Cao	1.10%
Álcalis: Na ₂ O	0.61%
Silicato Tricalcico: C ₃ S	54.00%

Agregado fino:

Se define como agregados al conjunto de partículas inorgánicas obtenidos o producidos a partir de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

Propiedades físicas:

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones de las Normas Técnicas Peruanas NTP. La determinación de estos requisitos denominadas propiedades físicas nos permitirán obtener valor que serán utilizadas para los diseños de mezclas de concretos a estudiar.

Las propiedades físicas a determinar son:

- **Peso Específico** (N.T.P 400.022 / A.S.T.M C-128)

Peso específico de masa; es la relación del peso al aire de un volumen unitario de un agregado incluyendo los vacíos al peso en aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada.

Se usa en los diseños de mezclas y en la determinación del peso sólido y volumen absoluto.

- **Peso Unitario** (N.T.P 400.0172 / A.S.T.M C-29)

El peso unitario de un agregado es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, considerando los vacíos que se encuentran en su interior; se expresa en kilogramos por metro cubico. El peso unitario se expresa en dos formas: el suelto y el compactado.

- **Peso Unitario Suelto:**

La masa unitaria Suelto sirve para estimar la cantidad de agregados a comprar si estos se venden por volumen como ocurre comúnmente.

- **Peso Unitario Compactado:**

El peso unitario compactado se emplea en algunos métodos de dosificación de mezclas.

- **Granulometría** (N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33)

Esta propiedad caracteriza al agregado en base a la densidad de tamaños de sus partículas que lo conforman. La importancia de esta propiedad es que de acuerdo a la forma como están distribuidos sus tamaños tienen influencia directa sobre el comportamiento del cemento fresco y endurecido.

Tabla N° 02: Requisitos de gradación según NTP 339.067

<u>Requisitos granulométricos:</u>		
<u>Malla</u>	<u>mm</u>	<u>% que pasa</u>
3/8''	9.5mm	100
N°4	4.75mm	95-100
N°8	2.36mm	80-100
N°16	1.18mm	50-100
N°30	600um	25-60
N°50	300um	10-30
N°100	150um	0

Nota: No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas. El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5. El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso. No deberá emplearse arena de mar.

- **Módulo de Fineza** (N.T.P 400.011 / A.S.T.M C-125)

El valor del módulo de fineza para la fabricación del concreto debe estar comprendido entre $2.30 \leq m.f. \leq 3.10$.

Las arenas que presentan un m.f. inferior a 2.30 se consideran demasiadas finas e inconvenientes para el concepto porque suelen requerir mayor consumo de

cemento, lo cual repercute en el aspecto económico y en los cambios volumétricos. Si son mayores a 3.10 resultan demasiados gruesos y también se les juzga inadecuada ya que producen mezclas ásperas y segregables.

- **Material fino que pasa la malla N° 200**

Este ensayo nos permite determinar en porcentaje la cantidad de material de tamaño menor que la malla N° 200, que se encuentra adherido a las paredes del agregado o que se encuentra como material suelto mezclado con el agregado fino.

- **Contenido de humedad** (N.T.P. 400.011/ A.S.T.M. C-12)

Este valor indica el porcentaje de agua que posee el agregado y se obtiene al determinar el contenido de agua de una muestra húmeda secada al horno a 110°C, entre el peso de la materia; y a este coincide se multiplica por 100.

- **Absorción** (N.T.P. 400.011/ A.S.T.M. C-125)

La absorción de un agregado se indica por el porcentaje total de agua interna que le es necesario tomar a un agregado para llegar a la condición de saturado con superficie seca; condición del equilibrio

Esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

Agua:

Es imprescindible en las etapas de la elaboración del mortero: mezclado fraguado y curado. El agua de mezclado ocupa normalmente entre 15% y 20% del volumen de mortero fresco y, conjuntamente con el cemento, forman un producto coherente, pastoso y manejable, que lubrica y adhiere el agregado. Simultáneamente esta agua reacciona químicamente con el cemento, hidratándolo y produciendo el fraguado en

su acepción más amplia, desde el estado plástico inicial, pasando por lo que llamamos endurecimiento, hasta el desarrollo de resistencias a largo plazo.

Por otra parte, el agua de curado es necesaria para reponer la humedad que se pierde por evaporación luego que el mortero ha sido colocado compactado y alisado en su superficie.

Tanto el agua de mezclado como el agua de curado deben estar libres de contaminantes que puedan perjudicar el fraguado o que reaccionen negativamente, en estado fresco o en estado endurecido.

Requisitos para agua de mezcla – NTP 339.088:

Tabla N° 03: Requisitos para agua de mezcla según la NTP 339.088

Descripción	Limite permisible
Cloruros	300 ppm.
Sulfatos	300 ppm.
Sales de magnesio	150 ppm.
Sales solubles totales	1500 ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm.

Resistencia a la compresión:

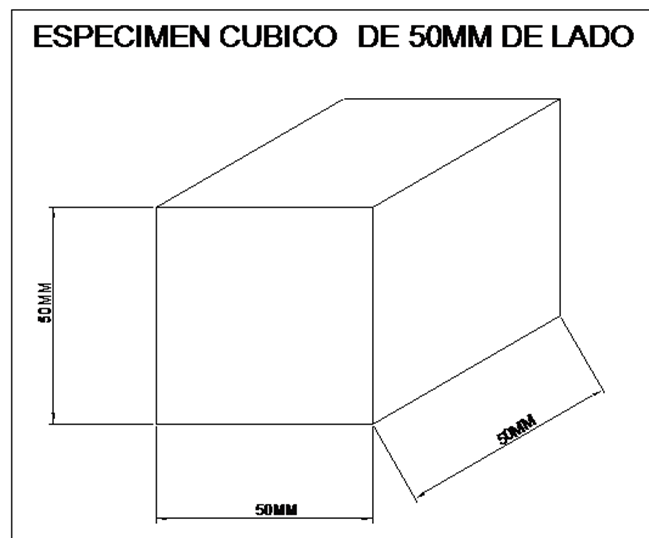
La resistencia a la compresión de mortero de cemento Portland, se determina llevando a la rotura especímenes de 50mm de lado, preparados con mortero consistente de una parte de cemento y 2,75 partes de arena dosificado en masa.

La cantidad de agua de amasado para otros cementos, debe ser la que produzca una fluidez de 110+- 5% luego de 25golpes en 15 segundos en la mesa de flujo.

Los especímenes cúbicos de 50mm de lado, son compactados en dos capas por apisonado del compactador. Los cubos se curan un día en su molde e inmersos en agua de cal hasta su ensayo. Sanchez (2001).

a. Equipo en obra

- Moldes cúbicos de bronce, cuyo lado es de 5cm (5cm x 5cm x 5cm).
- Barra compactadora de madera lisa, de 15cm de largo, 1.25cm de ancho y 2.5cm de base. La barra será terminada en forma de plana.
- Cuchara para el vaciado y plancha de albañilería.
- Cinta transparente para el forrado del molde cúbico.



Fuente: Tecnología del concreto y del mortero

b. Procedimiento para obtener Muestra

- 1° Se vierte concreto a la mezcladora, con la espátula se arrastra hacia el fondo del recipiente el mortero adherido a las paredes y se hace girar la mezcladora durante 15s a la velocidad media, (285±10 revoluciones/min). El mortero adherido en la paleta de mezclado se remueve al final del batido y se deposita en el recipiente.
- 2° El llenado de los compartimientos debe iniciarse antes de 150s, contados desde la terminación de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 3 cubos.
- 3° El llenado de los compartimientos debe iniciarse antes de 150s, contados desde la terminación de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 3 cubos.

En cada compartimiento se coloca una capa de mortero de 25mm y se apisonan con 32 golpes de compactador en unos 10s. Estos golpes se aplican sobre la superficie de la muestra, en 4 capas de 8 golpes adyacentes cada una. Los golpes de cada etapa deben darse siguiendo una dirección perpendicular a los de la anterior. La presión del compactador debe ser tal que se asegure el llenado uniforme de los compartimientos.

1	2	3	4
5	6	7	8

1ra y 3ra etapa

1	2
3	4
5	6
7	8

2da y 4ta etapa

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero

4° Se deben completar las 4 etapas de compactación en cada compartimiento, antes de seguir con el siguiente. Una vez terminada la operación anterior en todos los compartimientos, se llena con una segunda capa y se apisonan como se hizo con la primera.

Durante la compactación de la segunda capa, al completar cada etapa y antes de iniciar la siguiente, se introduce en los compartimientos el mortero que se ha depositado en los bordes del molde, con ayuda de los dedos.

5° Al finalizar la compactación, las caras superiores de los cubos deben quedar un poco más altas que los bordes superiores del molde. El mortero que se ha depositado en los bordes del molde debe verse a los compartimientos con ayuda del badilejo.

6° La superficie de los cubos debe ser alisada con el lado plano del badilejo una vez en el sentido perpendicular a la longitud del mismo y otra en su sentido longitudinal. El mortero que sobresale de la cara superior del molde se quita con el badilejo sostenido casi perpendicularmente, con un movimiento de corte a lo largo de la longitud del molde. **Sanchez, (2001).**

c. Almacenamiento de los cubos

Terminada la operación de llenado, el conjunto formado por los cubos, el molde y la placa, debe colocarse en la cámara húmeda de 20h a 24h con las caras superiores expuestas al aire, pero protegidas contra la eventual caída de gotas de agua.

Si los cubos se retiran de los moldes antes de 24h, deben dejarse en la cámara húmeda hasta que se complete este tiempo. Los cubos que no van a ser ensayados a las 24h deben sumergirse en agua dentro de tanques de almacenamiento construidos de material no corrosivo. El agua de almacenamiento debe cambiarse frecuentemente para que siempre esté limpia. **Sanchez, (2001).**

d. Determinación de la resistencia a la compresión

Ensayar los especímenes inmediatamente después de retirarlos de la cámara húmeda, en el caso de ensayarlos a 24h de edad, y del agua de almacenamiento, en los otros casos.

Todos los cubos deben ser probados dentro de las tolerancias especificadas en la siguiente tabla:

EDAD DEL CUBO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 horas	+/- ½ hora
3 días	+/- 1 hora
7 días	+/- 3 horas
28 días	+/- 12 horas

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero

Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo de la cámara húmeda para el ensayo a 24h, estos se mantendrán cubiertos con un paño húmedo, hasta el momento del ensayo. Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo del agua de almacenamiento, estos deberán conservarse en agua a 23 °C +/- 1.7°C y a una profundidad suficiente para que cada muestra está sumergida hasta el momento el ensayo.

e. Expresión de resultados

Se debe anotar la carga máxima indicada por la máquina de ensayo en el momento de la rotura, y se debe calcular la resistencia a la compresión como sigue:

$$f_m = P/A$$

Dónde:

f_m : es la resistencia a la compresión en MPa

P: es la carga máxima total en N

A : es el área de la superficie en mm²

f. Factores que afectan la Resistencia

-La relación agua- cemento (a/c). - Es el factor principal que influye en la resistencia del mortero. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.

-El contenido de cemento. La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.

-El tipo de cemento. La rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.

-Las condiciones de curado. Dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo. Sanchez, (2001).

Puzolanas:

Gómez, A. (2009), sostiene que las puzolanas son materiales silicios y aluminosos, los cuales por si solos tienen muy poco o ningún valor cementante, sin embargo, finamente divididas y ante la presencia de humedad, reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio a la temperatura ambiente para formar compuestos que poseen propiedades cementantes.

Esta definición ha sido objeto de muchas críticas, ya que se ha probado la existencia de materiales que aun saliéndose de los límites marcados aquí presentan un

comportamiento netamente Puzolánico. Por tanto debe tomarse como un punto de partida aproximado y no como una verdad absoluta.

Generalmente los materiales puzolánicos presentan un alto contenido de sílice (SiO_2) y/o alúmina (Al_2O_3) en estado vítreo, caracterizado por tanto por su baja cristalinidad. En ocasiones también contienen minerales inactivos en distintas proporciones, tales como cuarzo, feldespato, magnetita, etc.

Clasificación de Puzolanas:

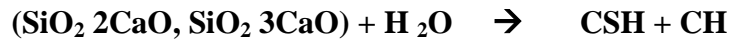
Existen distintos sistemas de clasificación para las puzolanas basados en distintos criterios. Sistemas según su composición química, según su composición mineralógica, según sus propiedades físicas, según su reactividad, pero el sistema más comúnmente utilizado es aquel que clasifica a las puzolanas según su origen, natural o artificial.

Según la NTP 334.104 y ASTM C 618 (Cementos. Adiciones minerales del concreto: puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante. Especificaciones). Definen tres clases de cenizas volantes:

- **Clase F:** Ceniza volante producidas por la calcinación de carbón antracítico o bituminoso. Cenizas que poseen propiedades puzolánicas.
- **Clase N:** Puzolanas naturales crudas o calcinadas, tal como las diatomitas; tufos y cenizas volcánicas, calcinadas o sin calcinar; y materiales que requieren de calcinación para inducir propiedades satisfactorias.
- **Clase C:** Ceniza volante producida por la calcinación de carbón sub-bituminoso o lignito. Esta clase de ceniza, además de tener propiedades puzolánicas, también tiene propiedades cementantes.

Reactividad Puzolánica:

Villegas, C. (2012), menciona que la denominada reacción puzolánica es principalmente la que se da entre el óxido de Silicio o sílice (SiO_2), la cal o hidróxido de Calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, (conocido como portlandita) y el agua, para producir silicatos de calcio hidratados (en adelante CSH). Es una reacción equivalente a la que se da en el cemento portland y se obtiene un producto muy similar. La reacción de hidratación del cemento portland puede simplificarse, sin tener en cuenta la estequiometría ni las fases aluminosas, de la siguiente manera:



En esta ecuación $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{CaO}$ y $\text{SiO}_2 \cdot 3\text{CaO}$ (silicatos bicálcico y tricálcico) son los componentes principales del cemento portland, y CSH y CH (hidróxido de calcio, CaOH) son los productos de la reacción. Mientras que el CSH podría definirse como el “pegamento” del cemento, y principal responsable de su resistencia e impermeabilidad, el CH no tiene valor cementante y se disuelve fácilmente en medios agresivos.

La principal aportación de este compuesto es la de mantener un ambiente alcalino (pH alto) que ayuda a proteger de la corrosión las armaduras en el cemento armado.

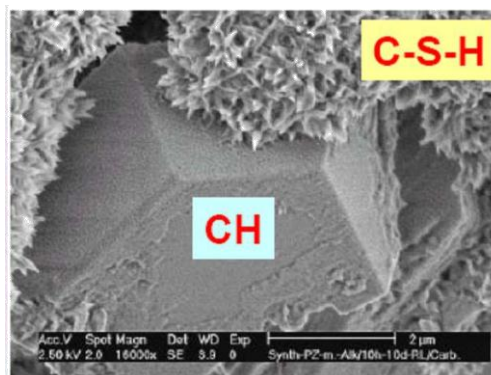
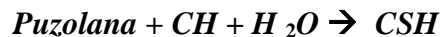


Fig. 01: Micrografía: reacción de hidratación del cemento

Los granos de cemento, al contacto con el agua comienzan a desarrollar unos filamentos a su alrededor que en su conjunto forman el denominado “gel”. Los filamentos de cada grano se van entrelazando con los pertenecientes a los granos vecinos y así se forma la estructura ramificada de la fig. 01. Pero esta red no ocupa todo el volumen de la mezcla. Como hemos visto se ve salpicada por partículas de CH, pero además existen espacios libres donde esta red no puede llegar debido al relativo gran tamaño de las partículas, dejando una serie de huecos que contienen moléculas de agua. Debido a la diferencia de densidad esta agua tiende a salir hacia la superficie, formando en su camino los denominados poros capilares, que terminan debilitando la estructura global, al igual que las partículas de CH.

Por su parte la reacción puzolánica tendría la siguiente forma:



Es decir, no produce cal, sino que la consume, siendo el CSH su principal producto de reacción. Por tanto, si se adiciona cierta cantidad controlada de puzolana dentro del cemento portland ésta reaccionaría con el CH producto de la hidratación provocando la reducción de fases no deseadas y transformándolas en otras que contribuirían al aumento de su resistencia.

Cáscara de arroz:

Julián C. et. al., (2015), sostiene que la cáscara de arroz, también denominada "pajilla", se obtiene del proceso de pilado, en el cual la cáscara se separa haciendo pasar el arroz en cáscara entre rodillos de jebe, luego de una operación previa de limpieza. La cáscara de arroz posee una superficie áspera y abrasiva, es muy resistente a la degradación natural y debido a su bajo contenido de proteínas no es apropiada para forraje de animales, hechos que dificultan su aprovechamiento económico.



Fig. 02: Cáscara de arroz.

Gómez, A. (2009), menciona que la planta de arroz (*oryza sativa*) es una monocotiledónea perteneciente a la familia de las poaceae o gramíneas. Sus raíces son delgadas y fibrosas. Su tallo está formado por nudos y entrenudos alternados, es cilíndrico y oscila entre los 60 y 120 cm de longitud. Al igual que multitud de vegetales, la planta de arroz contiene sílice en su interior.

Esta sílice desempeña principalmente funciones estructurales y aumenta su resistencia.

Otro de los factores positivos que presenta la cascarilla de arroz es que al ser calcinada produce una gran cantidad de ceniza, entre el 13% y el 29% del peso inicial, y el contenido de sílice que presenta es altísimo, entre el 87% y el 97%. Además presenta pequeñas cantidades de sales inorgánicas, que constituyen impurezas eliminables con reflujos en medio ácido.

El uso de CCA (ceniza de cáscara de arroz) reactiva como material cementante suplementario puede conducir a la reducción de emisiones de dióxido de carbono causada por la producción de cemento. También puede mejorar las propiedades mecánicas y la durabilidad de concretos.

La CCA es obtenida por medio de la quema de la cáscara de arroz, y se ha encontrado que tiene buenas características como material Puzolánico.

Caracterización de la cáscara de arroz:

Gómez, A. (2009), sostiene que la superficie externa de la cascarilla de arroz, también llamada exocarpo, está constituida por una estructura simétrica de celdas convexas separadas por surcos y granos de compuestos de silicio que se reparten por toda la superficie.

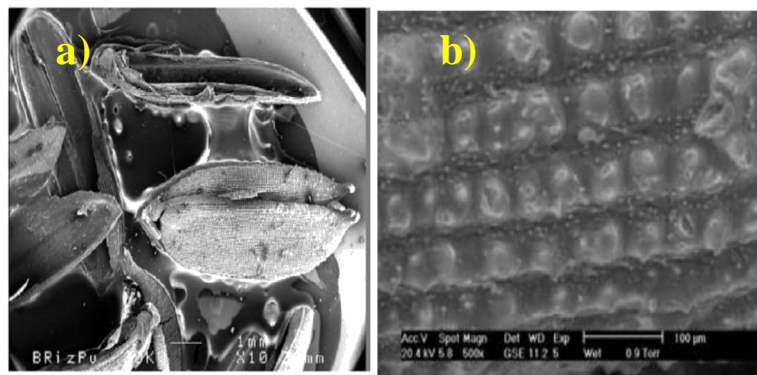


Fig. 03: Micrografías: a) Cascarilla de arroz; b) Parte externa

La fig. 03 muestra una imagen de la parte externa de la cascarilla obtenida por microscopía electrónica. Los pequeños puntos blancos corresponden a los microfotolitos, o compuestos de sílice, y su tamaño varía entre 2'2 y 7'5 µm. Los surcos por su parte miden alrededor de 21'5 µm.

Propiedades de la cáscara de arroz:

La composición química promedio de la cáscara de arroz es la siguiente:

Tabla N°04: Composición química de la cáscara de arroz.

Componente	Fórmula	Composición
Celulosa: polímero de glucosa	C ₅ H ₁₀ O ₅	50%
Lignina: polímero de fenoil	C ₅ H ₁₀ O ₃	30%
Sílice: componente primario de ceniza	SiO ₂	20%

Fuente: Vásquez R., (2002).

La lignina y la celulosa presentes en la cáscara de arroz pueden ser eliminadas por combustión controlada y en la ceniza queda sólo la sílice, en forma microporosa. El alto contenido de ceniza y lignina presente en la cáscara la descalifica para hacer productos de celulosa.

TABLA N°05: Características físicas de la cáscara de arroz.

Características	g/cm³
Densidad real	0.780
Densidad global sin compactar	0.108
Densidad global compactado	0.143

Fuente: Vásquez, R., (2002)

Hernández, J., (2014), menciona que los estudios de la CCA para ser usada como puzolana han sido llevados a cabo durante las últimas tres décadas. La mayoría de estos estudios se refieren a cenizas producidas bajo condiciones de quema controladas, tipo de horno y condiciones oxidantes. Bajo estas condiciones se produce una puzolana altamente reactiva de color blanco con sílice no cristalino, bajo contenido de carbono y una gran área específica. Es por esto que este material puede usarse como reemplazo del cemento para buscar obtener un concreto de alta resistencia y de baja permeabilidad que se traducirá en un concreto de alta durabilidad.

Ceniza de cáscara de arroz:

Producida por la calcinación controlada de la cáscara de arroz, de forma general se puede indicar algunas características de estas cenizas que consisten básicamente en Sílice amorfa (>90 %)

Métodos de elaboración:

Vásquez, R. (2000), menciona que la ceniza de cáscara de arroz puede ser obtenida a través de diferentes técnicas de calcinación, entre las cuales tenemos:

- **Calcinación a campo abierto (o en pilas):**

La calcinación a campo abierto se realiza en recintos circulares de ladrillo de hasta 16m de diámetro, con pilas de cáscara de 2,5m de altura. La cáscara calcinada es extraída cada cierto tiempo obteniéndose una ceniza de color blanco a blanco-negro. Mediante esta técnica de calcinación la temperatura no puede ser controlada.

Asimismo, debido a la alta temperatura alcanzada y a la formación resultante de estructuras silíceas altamente cristalinas (cristobalita y tridimita), la calcinación a campo abierto es asociada con puzolanas de bajo índice de reactividad.

- **Calcinación en hornos (circulares o cuadrados):**

Los hornos tienen paredes de ladrillos los cuales se disponen alternadamente de tal manera que se permita el acceso del aire hacia el interior. La chimenea se extiende hasta la base del horno y está elaborada con una malla fina de alambre que permite que el aire fluya y evita el ingreso de ceniza.

Asimismo, las paredes interiores están revestidas con una malla de alambre con la finalidad de retener la cáscara, la cual se carga por la cubierta del horno y se descarga por la base.

Esta técnica de calcinación produce una ceniza de color blanco, altamente activa, de naturaleza amorfa y con presencia minoritaria de cuarzo cristalino.

- **Calcinación en lecho fluido:**

La cámara de combustión es de acero inoxidable y para el lecho fluidizado (partículas no combustibles) se emplea arena con tamaño de partícula

de 297 a 590 μm . El aire es suministrado a través de un plato perforado ubicado en la base de la cámara de combustión.

La calcinación controlada de la cáscara de arroz por medio de este tipo de calcinador proporciona una ceniza consistente en sílice amorfa con un alto contenido de SiO y una elevada área superficial.

La actividad puzolánica de la ceniza es excelente y proporciona una buena resistencia a la compresión.

Composición química de la ceniza de cáscara de arroz activada:

La cáscara de arroz fue extraída de la Provincia del Santa de la apiladora Zavaleta ubicado en el distrito de Santa. Entre los porcentajes más relevantes de la composición química de la cascarilla de arroz se encuentran las cenizas, siendo la sílice la principal composición que no sufre disociación al quemarse, esto hace que se presente una difícil combustión continua y completa.

Tabla N°06: Composición química de la ceniza de cáscara de arroz, mediante el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X.

Composición química	%
Dióxido de Silicio (SiO_2)	73.853
Óxido de Potasio (K_2O)	22.612
Óxido de Calcio (CaO)	4.589
Pentóxido de Fosforo (P_2O_5)	0.833
Óxido de Manganeso (MnO)	0.530
Trióxido de Hierro (Fe_2O_3)	0.429
Trióxido de Azufre (SO_3)	0.124
Óxido de Zinc (ZnO)	0.019
Óxido de Cobre (CuO)	0.011

Fuente: LABICER – UNI – LIMA (14/10/16)

Concha de abanico “*Argopecten purpuratus*”:

Nizama, D. (2014) señala que la concha de abanico es un molusco filtrador de dos caparazones, conformado por carbonato cálcico, conocida científicamente como “*Argopecten Purpuratus*”, perteneciente a la familia *Pectinidae*, la misma que engloba un gran número de especies conocidas internacionalmente como ‘Vieiras’. Estos residuos son productos de deshecho y tienen adheridas algunos residuos de la materia orgánica de las valvas. Esto obliga a pasar estos residuos por un proceso de lavado y limpieza para retirar el residuo orgánico que pueda alterar su incorporación en la mezcla de concreto.

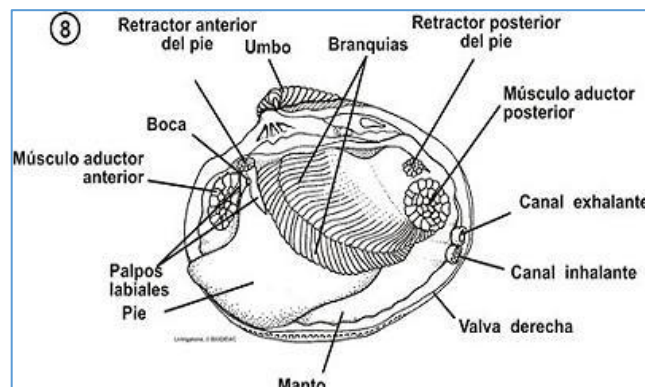


Fig. 4: Partes de la concha de abanico.

Composición química del polvo de concha de abanico activado:

TABLA N°07: Composición química de la concha de abanico, mediante el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X

COMPOSICION QUIMICA	%
Óxido de Calcio (CaO)	99.597
Óxido de Estroncio (SrO)	0.344
Trióxido de Azufre (SO3)	0.059

Fuente: LABICER – UNI – LIMA (14/10/16)

Operacionalización de Variable:

Variable dependiente:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Resistencia a compresión de un mortero	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar los especímenes cúbicos de 50 mm (2 pulg) de lado.	Kg/cm²

Variable independiente:

Variable	Definición operacional	Indicador
Sustitución al cemento por ceniza de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico.	Es la sustitución al cemento por ceniza de cáscara de arroz y por polvo de concha de abanico en una mezcla de concreto.	Porcentaje: - 5% ceniza de cascara de arroz. - 5% polvo de concha de abanico.

En la presente tesis se formuló la siguiente hipótesis: Al calcinar la ceniza de cáscara de arroz y el polvo de concha de abanico permitiría activar sus precursores puzolánicos de sílice y calcio respectivamente para poder sustituir al cemento en un 10% (5% por ceniza de cáscara de arroz y 5% por polvo de concha de abanico) en una mezcla de mortero y así podría obtener mejor resistencia a la compresión en comparación de un mortero convencional.

Objetivo general:

El objetivo general de la presente investigación es: Determinar la Resistencia a la compresión en el mortero sustituyendo al cemento por 5% de ceniza de cáscara de arroz y por 5% de polvo de concha de abanico.

Y como objetivos específicos:

- Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación de los materiales mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD).
- Determinar el pH de la ceniza de cáscara de arroz, del polvo de concha de abanico y de la mezcla.
- Determinar la composición química de la ceniza de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico por medio del Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X.
- Determinar la relación a/c del mortero patrón y experimental con cemento sustituido al 5% con ceniza de concha de abanico y 5% de polvo de concha de abanico por medio del método de la mesa de sacudidas.
- Medir la resistencia de los dados de morteros patrones y experimentales de 3, 7, 28, 45 y 90 días de curado para comparar resultados.

METODOLOGÍA DEL TRABAJO:

Tipo y diseño de investigación:

Tipo de la investigación:

- a) **Según el proceso:** Aplicada, porque la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer el efecto











de la sustitución al cemento en un 10 % (5% de ceniza de cáscara de arroz y 5% de polvo de concha de abanico) en la resistencia a la compresión.

- b) **En coherencia con el fin de la ciencia:** Explicativa porque los datos de la investigación serán obtenidos por observación de fenómenos condicionados por el investigador. Se utiliza la experimentación.

Diseño de la investigación:

Es un diseño experimental del tipo en bloque al azar, porque es un proceso en el cual estudiaremos la mezcla convencional del mortero en comparación con la nueva mezcla elaborado con la sustitución al cemento en un 10% (5% de ceniza de cáscara de arroz y 5% de polvo de concha de abanico), el estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos.

Siendo su diseño de investigación el siguiente:

Días de curado	Resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo al cemento por 5% de ceniza de cáscara de arroz y por 5% de polvo de concha de abanico	
	Muestra Patrón	Muestra Experimental
3 DIAS		
7 DIAS		
28 DIAS		
45 DIAS		
90 DIAS		

Población y muestra:

a) **Población:** Para la resistencia a la compresión se tiene como población de estudio al conjunto de especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

b) **Muestra:** Para la resistencia a la compresión se trabajará con 30 especímenes cúbicos de 50 mm de lado (15 especímenes patrón y 15 especímenes con la sustitución al cemento por 5% de ceniza de cáscara de arroz y por 5% de polvo de concha de abanico).

Para la elaboración de las unidades de estudio (mortero) se utilizaron las siguientes referencias:

- Las Conchas de Abanico se obtuvieron de la empresa ACUAPESCA – Casma.
- La Cascara de Arroz se obtuvo de la apiladora “Zavaleta” ubicada en Santa.
- La arena para el diseño de mortero se obtuvo de la cantera Vesique.
- Cemento Portland Tipo I marca “PACASMAYO”

Técnicas e instrumentos de investigación:

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Observación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Guía de observación Resumen. ✓ Fichas técnicas de las pruebas de laboratorio.

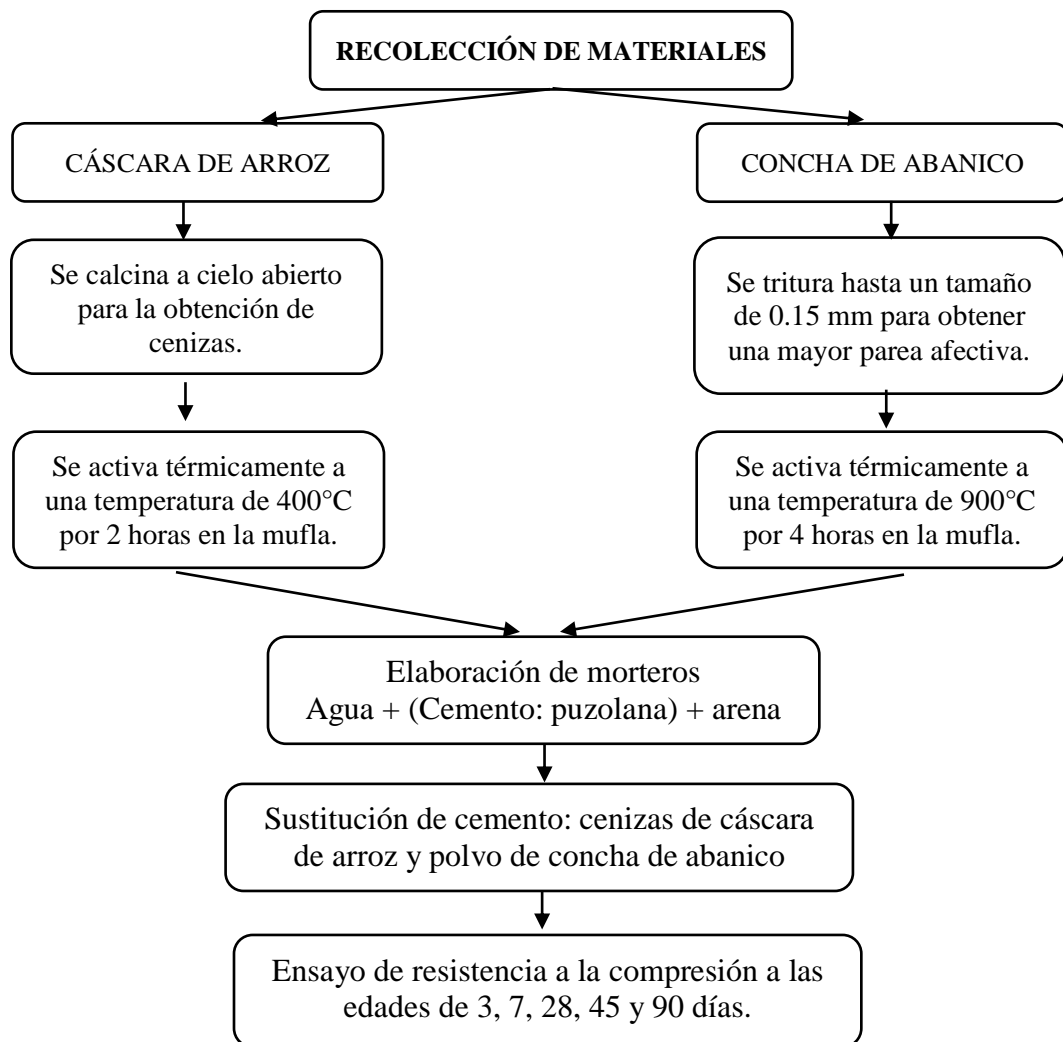
Se aplicará como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Procesamiento y análisis de la información:

La presente investigación se realizó en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad San Pedro, Filial Chimbote y fue posible llevarla gracias a cabo a la

colaboración de los maestros, dependencias y laboratorio de Suelos de la misma universidad.

Para la elaboración del mortero se utilizó el sistema constructivo con la utilización de la ceniza de cáscara de arroz denominado (CCA) y el polvo de concha de abanico (PCA) para todos los casos.



1.- Materiales utilizados para la sustitución parcial de cemento:

Cáscara de arroz:

Este material fue obtenido del apilador “Zavaleta” ubicado en el Distrito de Santa, provincia del Santa, Departamento de Ancash. La ubicación del molino se aprecia en la siguiente figura:

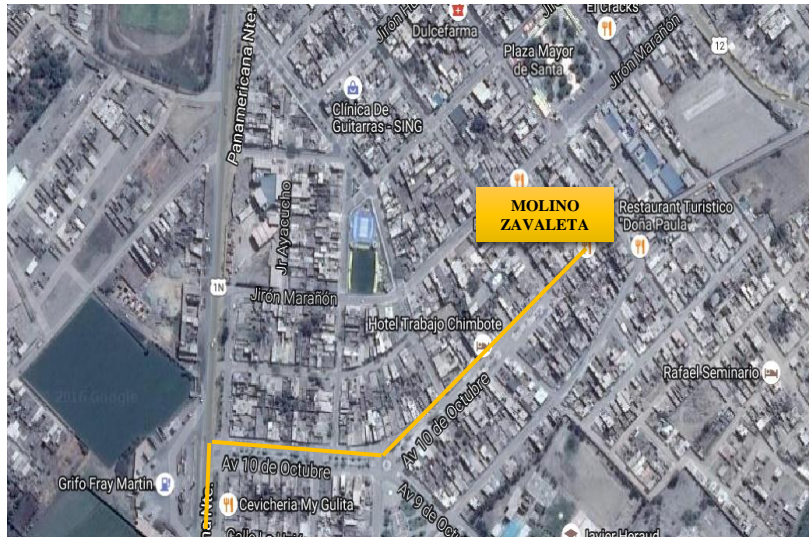


Fig. 05: Ubicación Geográfica del apilador “Zavaleta”, Distrito de Santa.



Fig. 06: Recolección de la cáscara de arroz del molino “Zavaleta”

- **Calcinación de la cáscara de arroz para la obtención de cenizas:**

Para la obtención de la ceniza de la cáscara de arroz se usó el método de calcinación al campo abierto, es una técnica sencilla de reducción de cáscara a ceniza. La calcinación a campo abierto se realizó en recintos circulares de arcilla de 40 cm de diámetro, con 40 cm de altura, y con una abertura en el centro para que ingreso del fuego. La cáscara calcinada es extraída cada cierto tiempo obteniéndose una ceniza de color blanco a blanco – negro. Mediante esta calcinación la temperatura no puede ser controlada.



Fig. 07: Calcinación a campo abierto de la cáscara de arroz.

Terminando el proceso de calcinación, el material fue colocado en un recipiente de arcilla para que fuese ventilado y tuviera una temperatura a la que pudiera ser manipulado. Se introdujo 3 kg de cáscara de arroz y terminando el proceso de quemado solo se obtuvo alrededor de 0.8 kg de ceniza de cáscara de arroz. Por lo tanto, el porcentaje de ceniza obtenida producto de la quema de CCA es de 26.7%.

El tipo de ceniza que se obtuvo estaba compuesto en su mayoría por una ceniza de color oscura con algunas tonalidades en color gris como se puede apreciar en la fig 08.



Fig. 08: Muestra de la ceniza obtenida después del proceso de calcinación.

- **Activación Térmica de la Ceniza de cáscara de arroz:**

Se utilizó la mufla WiseTherm mostrada en la fig. 09, y podemos observar que después de la calcinación el color se vuelve más homogéneo y sufre una pérdida por calcinación de la ceniza de cáscara de arroz del 5%.

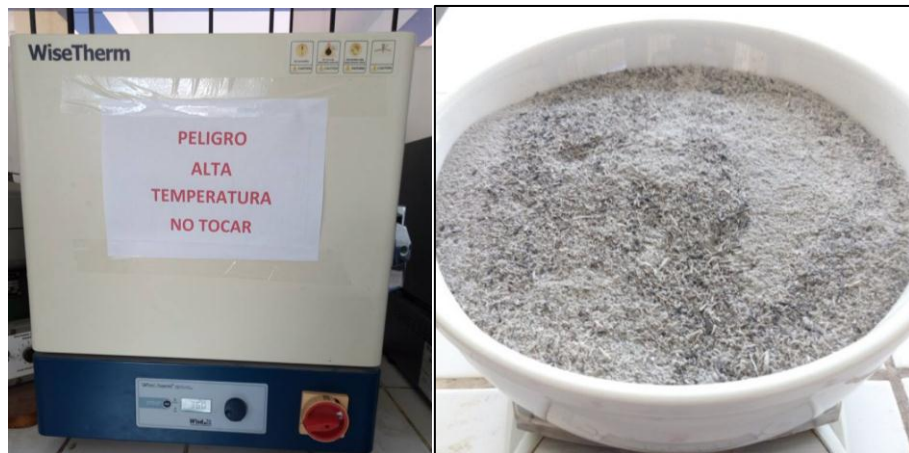


Fig. 09: Mufla Wise Therm. El color de la muestra se convierte homogéneo.

Concha de abanico:

Este material fue obtenido de ACUAPESCA S.A.C., ubicado en la panamericana norte de la provincia de Casma, Departamento de Ancash. Actualmente la ciudad de

Casma cuenta con un centro de cultivo y comercialización de conchas de abanico llamado Acupesca. A nivel mundial solamente producen conchas de abanico Perú y Chile, y en el año 2012 tuvo una producción nacional de 24.44 Ton.



Fig. 10: Ubicación Geográfica de ACUAPESCA.

- **Trituración de la concha de abanico**

La metodología consistió en lavar con abundante agua para eliminar los restos de arena, luego se procedió a triturar la concha de abanico hasta obtener un tamaño de 0.30 mm, incrementando así su área afectiva al momento de calcinar.



Fig. 11: Trituración de la concha de abanico utilizando un batán.

- **Activación Térmica de la concha de abanico**

Para obtener una temperatura adecuada para la calcinación, se recomienda realizar el Ensayo Térmico Diferencial con un barrido desde la temperatura ambiente hasta los 900°C.

Se calcinó a una temperatura de 900°C por 4 horas en un horno de mufla Wise Therm (Fig. 11) y se dejó enfriar hasta llegar a una temperatura ambiente para finalmente molerlo en un mortero de laboratorio hasta llegar a un tamaño de 0.15mm.



Fig. N°12: Muestra de la concha de abanico activada.

Material Inerte (Agregado Fino):

La arena utilizada para la elaboración de mortero fue extraída de la cantera Vesique ubicado en el Distrito de Samanco, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.



Fig. 13: Arena extraída de la cantera Vesique.

La arena obtenida de Vesique fue tamizada y se utilizó solo el material que pasó por el tamiz N° 4. Según el análisis granulométrico realizado de acuerdo a la N.T.P. 400.037, la arena es predominante fina con un módulo de fineza de 2.2, que encaja dentro del uso granulométrico ASTM C-33.

2.- Determinar la composición química de la ceniza de cáscara de arroz y del polvo de concha de abanico utilizando Fluorescencia de Rayos X.

Se procedió a calcinar la ceniza de cáscara de arroz a 400°C durante 2 horas y el polvo de concha de abanico a 900°C por 4 horas como valor referencial, luego se deja enfriar durante 24hrs en la mufla del laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro y así proceder a pesar 30gr de muestra para colocar en el espectrómetro en el laboratorio LABICER en la Universidad Nacional de Ingeniería.

3.- Determinar el potencial de Hidrógeno del cemento, ceniza de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico, y la mezcla entre sí.

Se procede a pesar 10gr de cada muestra, luego determinamos los grados de alcalinidad mediante el potenciómetro en el laboratorio COLECBI en el Distrito de Nuevo Chimbote.

4.- Componentes del mortero:

- **Cemento Portland:** Se decidió utilizar el cemento Pacasmayo tipo I, que es un cemento compuesto de alta resistencia inicial y resistente a los sulfatos. Se verificó su buen estado y cumple con la norma técnica ASTM C – 50
- **Agua:** El agua potable es de la red pública y se verificó que cumpla los límites permisibles indicados en la norma técnica.
- **Agregado Fino:** La arena es predominante fino con un módulo de finura de 2.2, que encaja dentro del uso granulométrico ASTM C-33.

5.- Determinar la relación a/c del mortero patrón y experimental

Se procede a realizar una mezcla de mortero para 9 especímenes, para el diseño patrón y experimental se determina la cantidad de agua según la trabajabilidad del concreto y se realiza mediante el ensayo del fluidímetro que nos tiene que resultar una fluidez de $110 \pm 5\%$.

6.- Procedimiento para mezcla de mortero (ASTM C-305):

- Colocar la paleta y el recipiente seco en el mezclador.
- Se añade toda el agua en el recipiente de la mezcladora.
- Se añade el cemento con el agua en la mezcladora y se mezcla a una velocidad lenta de 140 ± 5 r/min, durante 30 segundos.

- Se añade toda la cantidad de arena lentamente durante un periodo de 30 segundos, mientras se mezcla a velocidad lenta.
- Se detiene el mezclador para cambiar a velocidad media 285 ± 10 r/min y mezclar durante 30 segundos.
- Detener el mezclador y dejar reposar la mezcla durante 90 segundos, los primeros 15 segundos de este intervalo, de forma rápida, se recoge la mezcla de las paredes del mezclador; luego para el resto de tiempo, cerrar el recipiente que contiene la mezcla con la tapa.
- Finalizar mezclando durante 60 segundos a velocidad 285 ± 10 r/min.

7.- Diseño de mezcla del mortero Patrón y Experimental:

Con la finalidad de elaborar los elementos prefabricados de mortero, se realizó el diseño de mezclas de morteros de control sin considerar las puzolanas naturales y luego el diseño acondicionándolas en reemplazo de una parte del cemento. Para la sustitución de puzolanas se pasó por la malla 200 para darle la finura.

a) Diseño de mezcla del mortero de patrón.

Se prepararon mezclas de control a base de mortero de cemento en una proporción de 1:2.75 y una relación (agua/cemento) = 0.63. La arena utilizada es de la cantera Vesique y el cemento es Portland Tipo I (Pacasmayo). La dosificación utilizada es el siguiente:

Mezcla patrón para 3 cubos:

(Cemento, Arena, Agua) = (250 gr, 687.50 gr, 157.50 m³) , a/c = 0.63

b) Diseño de mezcla del mortero con la adición de la ceniza de cáscara de arroz y el polvo de concha de abanico.

Una vez obtenido el diseño patrón se reemplazó parte del cemento por 5% de ceniza de cáscara de arroz y por 5% de polvo de concha de abanico. Se prepararon mezclas a base de mortero de cemento en una proporción de 1:2.75 y una relación (agua/cemento+CCA+PCA) = 0.68. La arena utilizada es de la cantera Vesique y el cemento es Portland Tipo I (Pacasmayo). La dosificación utilizada es el siguiente:

Mezcla experimental para 3 cubos:

(Cemento, CCA, PCA; Arena; Agua) = (225 gr, 12.5 gr, 12.5 gr; 687.5 gr; 170 m³),
a/c = 0.68

RESULTADOS:

1. Resultado del agregado fino:

La granulometría del agregado fino se encuentra dentro de los límites indicados en la Norma ASTM – 33, no cuenta con mica ni arcilla por lo tanto el agregado fino utilizado en la granulometría es óptimo.

En el ensayo de absorción se obtuvo 0.96% y el contenido de humedad 0.64% resultados que se encuentran dentro de límites permisibles.

2. Resultado del rango de activación del polvo de concha de abanico:

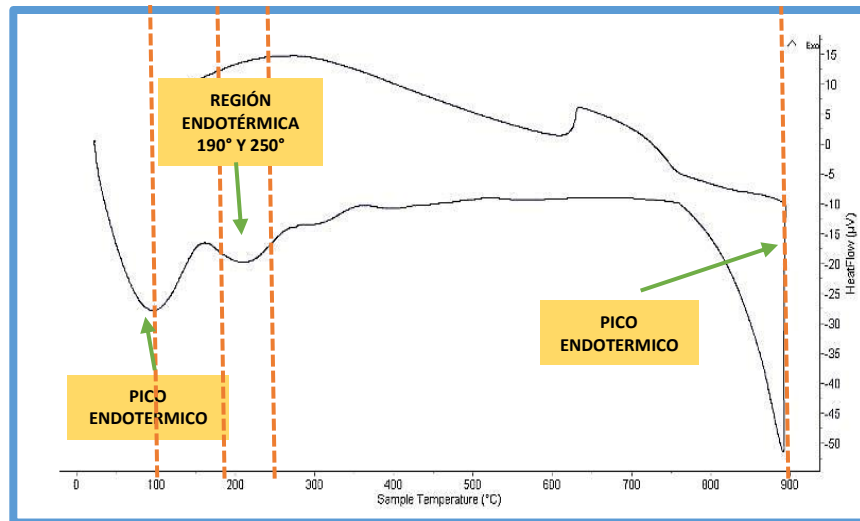


Fig. 14: Análisis Calorimétrico de la concha de abanico.

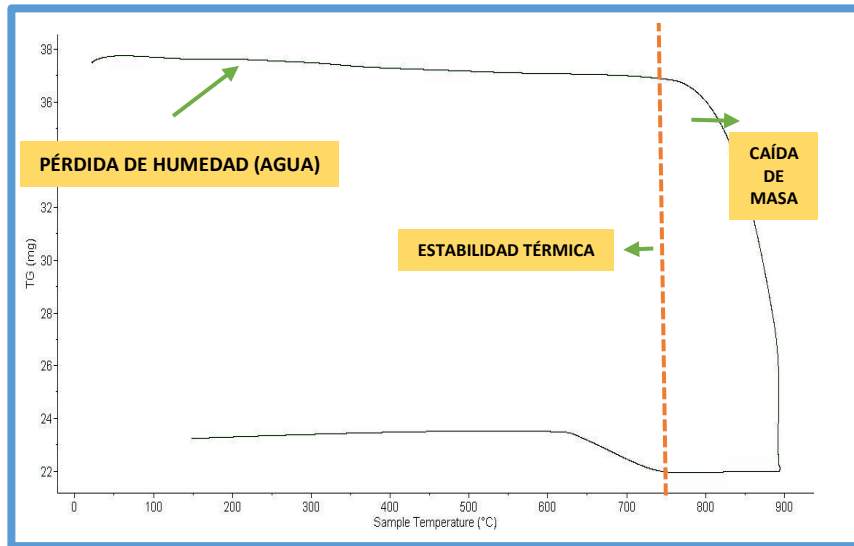


Fig. 15: Análisis Termo Gravimétrico de la concha de abanico.

3. Resultado del rango de activación de la ceniza de la cáscara de arroz:

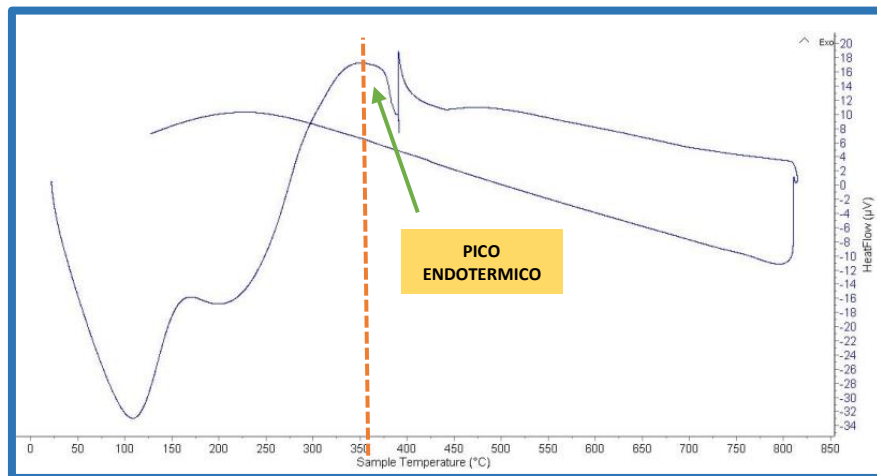


Fig. 16: Análisis Calorimétrico de la cáscara de arroz.

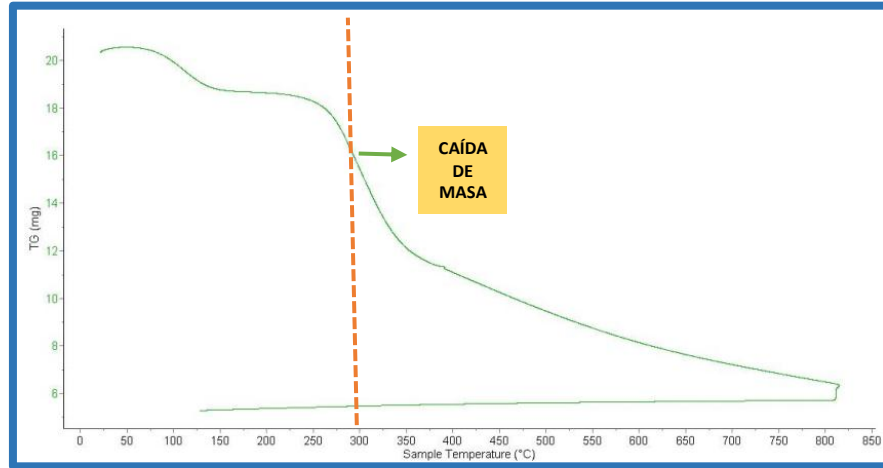


Fig. 17: Análisis Termo Gravimétrico de la cáscara de arroz.

4. Resultado del análisis de composición química del polvo de concha de abanico mediante el espectrómetro de fluorescencia de rayos x

Composición Química	%
Óxido de Calcio (CaO)	99.597
Óxido de Estroncio (SrO)	0.344
Trióxido de Azufre (SO ₃)	0.059

Fuente: LABICER – UNI – LIMA (14/10/16)

5. Resultado del análisis de composición química de la ceniza de la cáscara de arroz mediante el espectrómetro de fluorescencia de rayos x:

Composición Química	%
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	73.853
Óxido de Potasio (K ₂ O)	22.612
Óxido de Calcio (CaO)	4.589
Pentóxido de Fosforo (P ₂ O ₅)	0.833
Óxido de Manganeso (MnO)	0.530
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.429
Trióxido de Azufre (SO ₃)	0.124
Óxido de Zinc (ZnO)	0.019
Óxido de Cobre (CuO)	0.011

Fuente: LABICER – UNI – LIMA (14/10/16)

6. Resultado del análisis de pH de la ceniza de cáscara de arroz, del polvo de concha de abanico y de la mezcla de ambos:

Tabla N°08

Componente	pH
Cemento Portland Tipo I	12.77
Ceniza de Cáscara de arroz (CCA)	10.81
Polvo de Concha de Abanico (CA)	13.09
90% de cemento + 5% de CCA + 5% de CA	12.99

Fuente: LABICER – UNI – LIMA (14/10/16)

7. Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de testigos de morteros:

Tabla N°09

FLUIDEZ DEL MORTERO PATRÓN Y EXPERIMENTAL								
Descripción	Relación a/c	D (m)	Diámetros (cm)				Diámetro Promedio (cm)	% Flujo
			D1	D2	D3	D4		
Patrón	0.63	10.16	21.50	21.80	21.70	22.00	21.75	114.07
Experimental	0.68	10.16	21.80	21.50	21.78	21.80	21.72	113.78

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Tabla N°10

CARACTERISTICA DE LOS PESOS DE LOS ESPECÍMENES DE MORTERO PATRÓN (P) Y EXPERIMENTAL (E)				
N°	PESOS (gr)		Área (cm ²)	EDADES
	Peso Seco	Peso saturado		
P-1	296.30	300.1	25.90	3 días
P-2	296.60	301.0	26.10	3 días
P-3	295.40	299.2	26.30	3 días
P-4	289.30	297.9	26.50	7 días
P-5	300.50	304.1	26.30	7 días
P-6	299.40	303.7	26.50	7 días
P-7	299.90	305.6	26.10	28 días
P-8	300.10	303.4	26.50	28 días
P-9	300.30	304.1	26.20	28 días
P-10	298.90	303.7	26.60	45 días
P-11	299.90	305.1	26.60	45 días
P-12	301.00	304.8	26.10	45 días
P-13	300.80	304.0	26.30	90 días
P-14	299.70	304.1	26.70	90 días
P-15	300.30	305.2	26.70	90 días
E-1	293.60	295.1	26.10	3 días
E-2	295.50	297.9	25.40	3 días
E-3	291.80	295.1	25.70	3 días

E-4	297.80	301.2	26.10	7 días
E-5	298.00	301.5	26.50	7 días
E-6	297.20	300.9	26.60	7 días
E-7	297.60	301.6	26.70	28 días
E-8	298.30	301.5	26.10	28 días
E-9	299.20	303.6	26.60	28 días
E-10	297.50	302.1	26.30	45 días
E-11	298.10	303.8	26.60	45 días
E-12	296.40	301.0	26.40	45 días
E-13	299.50	303.6	26.60	90 días
E-14	298.20	302.9	26.40	90 días
E-15	299.70	303.4	26.90	90 días

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

Tabla N° 11

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MORTERO PATRÓN											
N° Cubos	IDENTIF. TESTIGOS	FECHA DE DESECOF.	HORA DE CURAR	FECHA DE ROTURA	HORA DE ROTURA	# DE DIAS	ÁREA (cm ²)	PESO DEL MORTERO (gr)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm ²)
1	P1	13/05/2017	09:00 a.m.	16/05/2017	09:00 a.m.	3	25.90	296.30	7454	287.80	
2	P2	13/05/2017	09:10 a.m.	16/05/2017	09:10 a.m.	3	26.10	296.60	8164	312.80	
3	P3	13/05/2017	09:15 a.m.	16/05/2017	09:15 a.m.	3	26.30	295.40	7351	279.51	293.37
4	P4	31/05/2017	09:00 a.m.	07/06/2017	09:00 a.m.	7	26.50	289.30	9275	350.00	
5	P5	31/05/2017	09:10 a.m.	07/06/2017	09:10 a.m.	7	26.30	300.50	8954	340.46	
6	P6	31/05/2017	09:15 a.m.	07/06/2017	09:15 a.m.	7	26.50	299.40	9089	342.98	344.48
7	P7	12/05/2017	09:00 a.m.	09/06/2017	09:00 a.m.	28	26.10	299.90	10698	409.89	
8	P8	12/05/2017	09:15 a.m.	09/06/2017	09:15 a.m.	28	26.50	300.10	11127	419.89	
9	P9	12/05/2017	09:30 a.m.	09/06/2017	09:30 a.m.	28	26.20	300.30	11754	448.63	426.13

10	P10	12/05/2017	10:00 a.m.	26/06/2017	10:00 a.m.	45	26.60	298.90	11880	446.62	
11	P11	12/05/2017	10:15 a.m.	26/06/2017	10:15 a.m.	45	26.60	299.90	10753	404.25	
12	P12	12/05/2017	10:30 a.m.	26/06/2017	10:30 a.m.	45	26.10	301.00	11767	450.84	433.90
13	P13	12/05/2017	11:00 a.m.	10/08/2017	11:00 a.m.	90	26.30	300.80	11720	445.63	
14	P14	12/05/2017	11:15 a.m.	10/08/2017	11:15 a.m.	90	26.70	299.70	11956	447.79	
15	P15	12/05/2017	11:30 a.m.	10/08/2017	11:30 a.m.	90	26.70	300.30	10926	409.21	434.21

Fuente: Resultados de los ensayos del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la USP y del Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

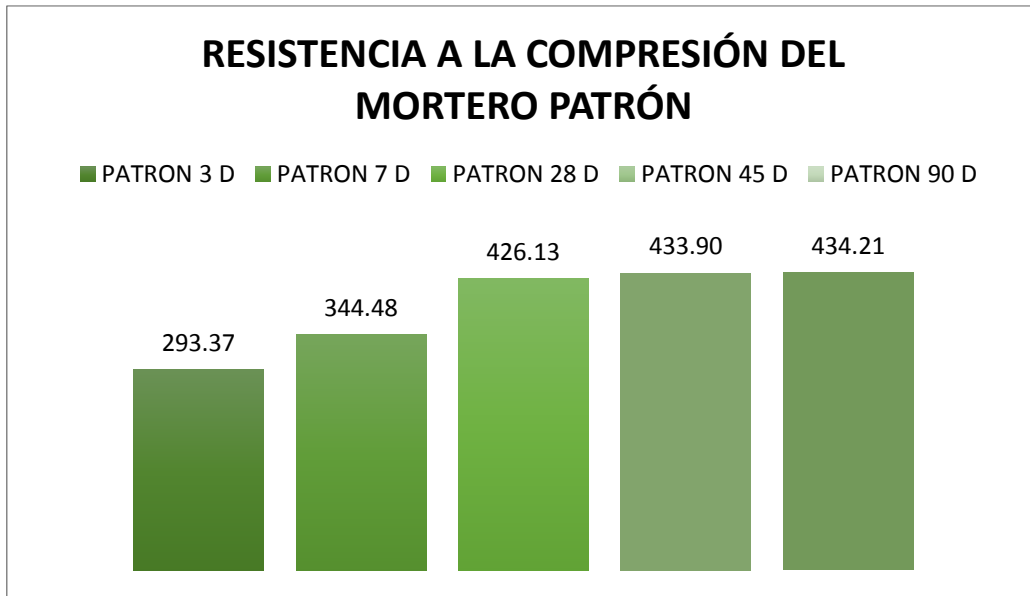


Gráfico 01: Resistencia a la compresión promedio – Patrón.

Tabla N°12

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MORTERO EXPERIMENTAL											
N° Cubos	IDENTIF. TESTIGOS	FECHA DE DESECOF.	HORA DE CURAR	FECHA DE ROTURA	HORA DE ROTURA	# DE DÍAS	ÁREA (cm ²)	PESO DEL MORTERO (gr)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	ESFUERZO PROMEDIO (Kg/cm ²)
1	E1	15/05/2017	10:00 a.m.	18/05/2017	10:00 a.m.	3	26.10	293.60	7568	289.85	
2	E2	15/05/2017	10:00 a.m.	18/05/2017	10:10 a.m.	3	25.40	295.50	7493	295.00	
3	E3	15/05/2017	10:00 a.m.	18/05/2017	10:15 a.m.	3	25.70	291.80	7330	285.21	290.02
4	E4	07/06/2017	09:00 a.m.	14/07/2017	09:00 a.m.	7	26.10	297.80	7521	288.16	
5	E5	07/06/2017	09:10 a.m.	14/07/2017	09:10 a.m.	7	26.50	298.00	7706	290.79	
6	E6	07/06/2017	09:15 a.m.	14/07/2017	09:15 a.m.	7	26.60	297.20	8280	311.28	296.74
7	E7	13/05/2017	03:30 p.m.	27/06/2017	03:30 p.m.	28	26.70	297.60	9970	373.41	
8	E8	13/05/2017	03:45 p.m.	27/06/2017	03:45 p.m.	28	26.10	298.30	9654	369.89	
9	E9	13/05/2017	04:00 p.m.	27/06/2017	04:00 p.m.	28	26.60	299.20	10176	382.56	375.28
10	E10	13/05/2017	04:15 p.m.	27/06/2017	04:15 p.m.	45	26.30	297.50	11070	420.91	
11	E11	13/05/2017	04:30 p.m.	27/06/2017	04:30 p.m.	45	26.60	298.10	11058	415.71	
12	E12	13/05/2017	04:45 p.m.	27/06/2017	04:45 p.m.	45	26.40	296.40	10827	410.11	415.58
13	E13	13/05/2017	05:00 p.m.	11/08/2017	05:00 p.m.	90	26.60	299.50	11750	441.73	
14	E14	13/05/2017	05:15 p.m.	11/08/2017	05:15 p.m.	90	26.40	298.20	12321	466.70	
15	E15	13/05/2017	05:30 p.m.	11/08/2017	05:30 p.m.	90	26.90	299.70	11133	413.87	440.77

Fuente: Resultados de los ensayos del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la USP y del Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

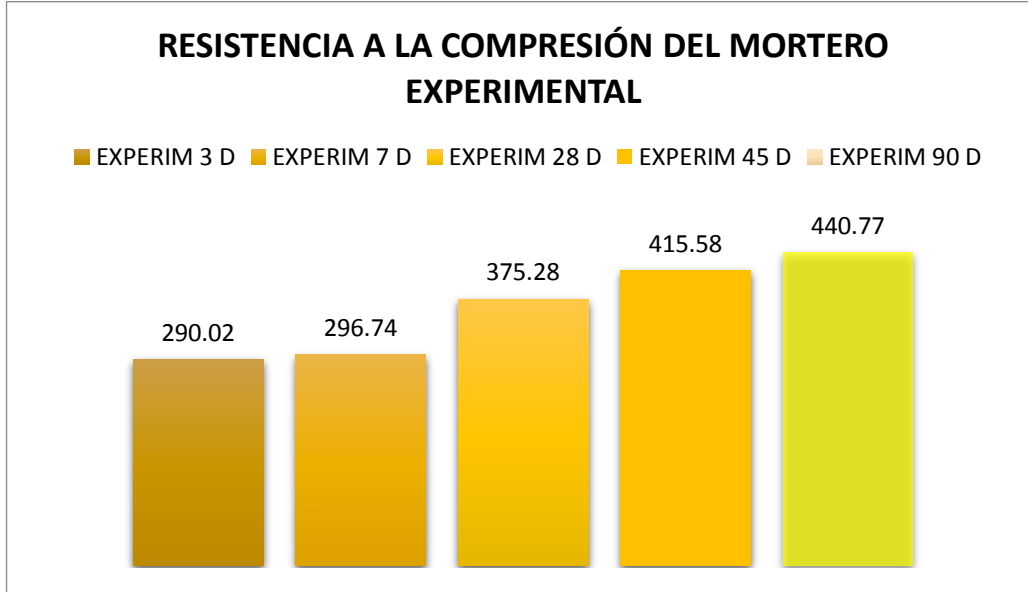


Gráfico 02: Resistencia a la compresión promedio – Experimental.

8. Resumen de las Resistencias Promedio a la Compresión de Especímenes Patrón y Experimental:

Tabla N°13

RESISTENCIA PROMEDIO (KG/cm2)					
Edad	3 días	7 días	28 días	45 días	90 días
Patrón	293.37	344.48	426.13	433.90	434.21
Experimental	290.02	296.74	375.28	415.58	440.77

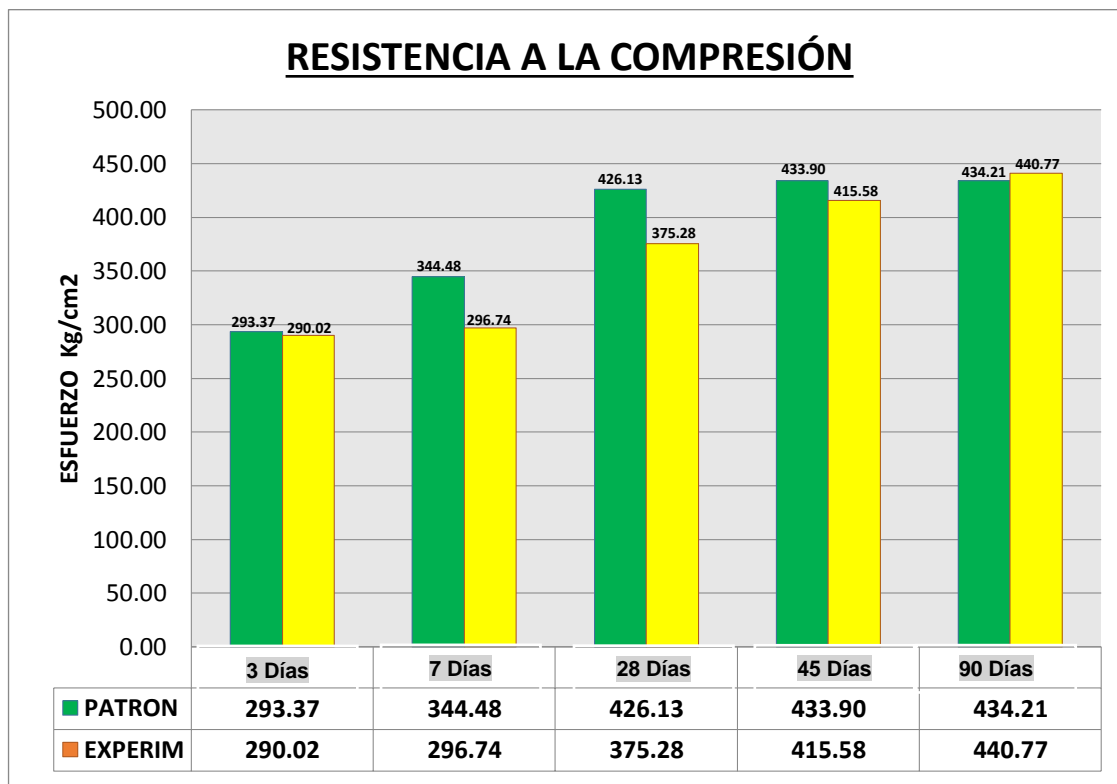


Gráfico 03: Comparación de Resistencia a la compresión de Mortero Patrón y Experimental.

9. Resumen de Pesos promedios de especímenes Patrón y Experimental:

Tabla N°14

PESOS PROMEDIO (gr)					
Edad	3 días	7 días	28 días	45 días	90 días
Patrón	300.10	301.90	304.37	304.53	304.43
Experimental	296.03	301.20	302.23	302.30	303.30

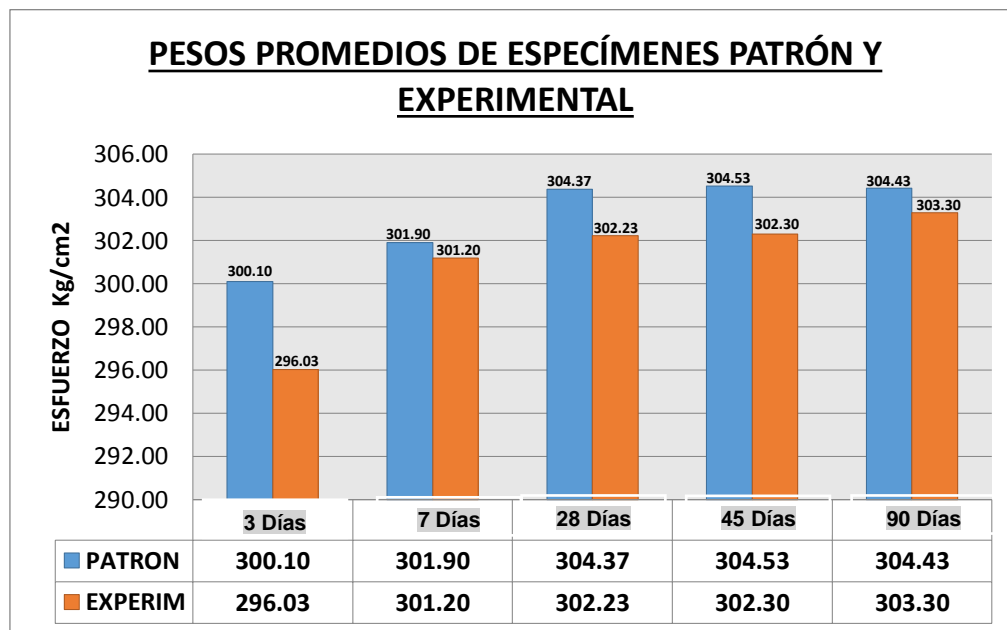


Gráfico 04: Comparación de pesos promedios de especímenes Patrón y Experimental.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

Tabla N°15: Resistencias a la compresión de cubos de mortero con un porcentaje de cemento sustituido por la combinación de ceniza de cascara de arroz y polvo de concha de abanico según días de curado

Días de curado	Resistencia de mortero con ceniza de cascara de arroz y polvo de concha de abanico	
	0%	5%
3	293,37	290,02
7	344,48	296,74
28	426,13	375,28
45	433,90	415,58
90	434,21	440,77

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla N°15 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de los cubos de mortero son mayores a los 90 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk $p > 0.05$ para las muestra patrón y experimental) y homogeneidad de varianzas (Prueba F, $p = 0.889$, $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en los cubos de mortero para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por la combinación de ceniza de cascara de arroz y polvo de concha de abanico) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla N°16: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los cubos de mortero.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustitución (CCA y PCA)	1292,769	1	1292,769	3,875	0,120
Días de curado	33875,597	4	8468,899	25,383	0,004
Error	1334,585	4	333,646		
Total	36502.951	9			

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Analizaremos e interpretaremos la información obtenida de los ensayos realizados en el laboratorio de suelos y su análisis químicos, en base a las tablas que contienen los resultados y las gráficas en donde se compara los resultados de las muestras tanto patrón como experimental, los cual permitirá apreciar los resultados.

1.- Resultado del Agregado Fino:

La granulometría del agregado fino se encuentra dentro de los límites indicados en la Norma ASTM – 33, por consiguiente el agregado fino utilizado en la granulometría es óptimo.

En el ensayo de absorción se obtuvo 0.96% y el contenido de humedad es 0.64% resultados que se encuentran dentro de límites permisibles.

2.- Resultado de la Activación Térmica del polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz:

La activación térmica del polvo de concha de abanico según el Análisis Térmico Diferencial (ADT) a los 900°C por 4 horas, permitió convertir su contenido de carbonato de calcio (CaCO_3) en su fase activa de óxido de calcio (CaO) el cual, al ser mezclado en la mezcla de concreto, aportó los elementos puzolánicos de Hidróxidos de Calcio [$\text{Ca}(\text{OH})$]. Estos compuestos puzolánicos al reaccionar con los óxidos del silicio del cemento conformaron el compuesto coloidal cementante de Hidratos de Silicatos de Calcio Hidratados (CHS).

La activación térmica de la ceniza de cáscara de arroz según el Análisis Térmico Diferencial (ADT) a los 400°C por 2 horas, garantiza en un gran porcentaje la conservación de la estructura amorfa de la sílice.

3.- Resultado de la Composición Química de la ceniza de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico, mediante el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X:

El análisis químico según el análisis de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (Tabla N°06), realizado para la muestra de ceniza de cáscara de arroz nos da los contenidos más relevantes de sus óxidos activados los cuales son: 73.85% de dióxido de silicio, el cual es una de las propiedades del cemento, y el 22.61% de óxido de potasio, el cual afecta deteriorando al cemento, causa agrietamiento, pérdida de masa y le da baja resistencia al concreto.

Los óxidos de potasio (K_2O) de una muestra de ceniza de cáscara de arroz depende del tipo y la cantidad de fertilizantes que se utilizan para el cultivo del arroz, la presencia de este álcali es perjudicial para el concreto, por la posibilidad de que reaccione con el agregado, con la consecuente expansión que normalmente genera esta reacción.

El análisis químico según el análisis de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (Tabla N°07), realizado para la muestra de concha de abanico nos da como resultado relevante un 99.59% de óxido de calcio, el cual es una de las propiedades del cemento el cual proporciona resistencia.

Por lo tanto, con la activación térmica de la ceniza de cáscara de arroz y el polvo de concha de abanico nos ha permitido obtener materiales con precursores del cemento.

4.- Resultado del análisis de alcalinidad (pH) de la ceniza de Cáscara de arroz y el polvo de concha de abanico:

El pH, potencial de hidrógeno, de la ceniza de cáscara de arroz nos dio como resultado 10.81 y del polvo de concha de abanico 13.09. Se realizó la mezcla de los

materiales puzolánicos con el cemento y se obtuvo un pH de 12.99 superando al pH del cemento Portland Tipo I (12.77). Este resultado nos muestra que es una mezcla activada alcalinamente, porque contiene silicato cálcico hidratado (C-S-H-) y siendo un material alcalino no corre el riesgo de sufrir ataques por sulfatos. Con este resultado cabe señalar que la ceniza de cáscara de arroz y el polvo de concha de abanico son aglomerantes, es decir son materiales que en estado pastoso y con consistencia variable, tienen la propiedad de poderse moldear y adherirse fácilmente a otros materiales permaneciendo estables.

5.- Resultado del Análisis de Varianza (ANOVA)

En la tabla N°16 se puede visualizar que para la sustitución de cemento por la combinación de ceniza de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico, el $p\text{-value} > \alpha$ ($p=0.120$, $p > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula (H_0 : Resistencias medias iguales) y. Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 logradas en los cubos de mortero, con sustitución del cemento en 0%, 5% por la combinación de ceniza de cascara de arroz y polvo de concha de abanico, son iguales. Es decir no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de los cubos de mortero.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.004$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que existe tendencia que las resistencias medias de los cubos de mortero son diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias de los cubos de mortero).

6.- Resultado del ensayo de Resistencia a la compresión del mortero Patrón:

Para realizar nuestro diseño de mezcla patrón y experimental, nos guiamos de la NTP 334.051 donde nos indica las proporciones en peso para formar un mortero normal, pero la cantidad de agua de amasado nos produce una fluidez fuera del rango (105%-115%) por lo tanto optamos utilizar la meza de sacudidas (Fluidímetro) la cual con una relación agua/cemento de 0.63 nos arrojó una Fluidez de 114.07% y para nuestro diseño de mezcla experimental utilizamos una relación agua/cemento de 0.68 la cual nos arrojó una Fluidez de 113.08%.

En el grafico N°01 de barras de variación que se realizó a cubos de mortero de concreto patrón, en el transcurso de 3 días de curado se obtuvo una resistencia promedio de 293.37 kg/cm² y en el transcurso de 90 días de curado se obtuvo una resistencia promedio de 434.21 kg/cm².

En el grafico N°02 de barras de variación que se realizó a cubos de mortero de concreto experimentales, en el transcurso de 3 días de curado se obtuvo una resistencia promedio de 290.02 kg/cm² y en el transcurso de 90 días de curado se obtuvo una resistencia promedio de 440.77 kg/cm².

En el grafico N°03 de barras de variación que se realizó a los ejemplares tanto experimental y como patrón en comparación, a los 90 días de curado se obtuvo una resistencia promedio de 440.77 kg/cm² en el mortero experimental, con una resistencia a la compresión promedio de 434.21 kg/cm² en mortero patrón, logrando así superar un 101.51% al mortero patrón.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

De acuerdo a los objetivos establecidos de esta investigación y de acuerdo a los resultados obtenidos en el Laboratorio de Suelos, se concluye que:

- La temperatura de activación de la ceniza de cáscara de arroz fue de 400°C durante 2 horas, y la del polvo de concha de abanico fue por 900°C por 4h.
- Al calcinar las muestras nos encontramos en la ceniza de cáscara de arroz con un alto porcentaje de óxido de Silicio así como también un perjudicial contenido de potasio, en la muestra del polvo de concha de abanico nos arrojó un alto contenido de Calcio.
- El pH del cemento, la ceniza de cáscara de arroz, el polvo de concha de abanico y la mezcla entre ambos es altamente alcalino, lo cual es favorable en una reacción aglomerante.
- La relación Agua/Cemento según el fluidímetro para el mortero patrón fue a/c: 0.63 y para la mezcla experimental fue a/c: 0.68.
- La sustitución del 5% de ceniza de cáscara de arroz y el 5% de polvo de concha de abanico resultó favorable ya que superó la resistencia al mortero patrón a los 90 días en un 101.51%, lo cual determina que ambos componentes mezclados entre sí tienen la capacidad de mejorar la propiedad de resistencia a la compresión del mortero.

Recomendaciones:

- Tener cuidado con el uso de la ceniza de cáscara de arroz, ya que al momento de “quemar la cáscara de arroz” se puede llegar a temperaturas muy altas y fácilmente se pueden presentar accidentes si no se toman las acciones preventivas del caso.
- Debido a su alto contenido de potasio en la ceniza de cáscara de arroz se recomienda reducir aplicando algún aditivo como por ejemplo el Litio. También es muy favorable el uso de este material para uso agrícola debido a sus nutrientes.
- Se recomienda realizar estudios más detallados de ceniza de cáscara y el polvo de concha de abanico para mejorar el diseño en mortero.
- Se recomienda variar el porcentaje de sustitución del cemento por la ceniza de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico para obtener nuevos resultados al ensayo de Resistencia a la compresión.
- Se recomienda realizar un análisis de costos del mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz y concha de abanico.
- Finalmente esta investigación nos da una importante apertura al desarrollo de materiales alternativos de construcción, por lo que se invita a continuar profundizando en esta línea de investigación, para lograr mayores avances en esta tecnología.

BIBLIOGRAFÍA:

Águila, I. & Sosa, M. (2008). *Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como material puzolánicos.* Venezuela.

ASTM C 270, Especificación estándar para mortero para mampostería unitaria.

ASTM C 618, Especificación normalizada para Ceniza Volante de Carbón y Puzolana Natural en Crudo o Calcinada para Uso en Concreto.

Gómez, A. (2009). *Caracterización y utilización de puzolanas como aditivos minerales activos en cementos. Aplicación en viviendas de bajo coste.* Valencia.
<http://www.upv.es/upl/U0566483.pdf>

Juárez E. (2005). *“Mecánica de Suelos I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos”.* México

Julián C. et. al. (2015). *Resistencia de nuevos materiales para sustituir el cemento en concreto.* Revista oficial de investigación científica, vol. 6, N°2

Mendes, C. (2010). *Recursos, Conservación y Reciclaje.* Artículo de la Universidad de Vale do rio dos sinos – UNISINOS. <http://www.sciencedirect.com.sci-hub.io/science/article/pii/S092134491000087X>

Nizama (2014). *Valoración de residuos crustáceos para concretos de baja resistencia.* Piura.

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2194/ICI_210.pdf?sequence=1

Norma E 070 – Albañilería

NTP 334.104:2011 Cementos. Ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto. Especificaciones.

Vásquez, R. (2000). *Las cenizas de cáscara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto. Piura.*

Villegas, C. (2012). *Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo. Lima.*

http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1304/1/villegas_mc.pdf

DEDICATORIA

A DIOS por las oportunidades que pone en mi camino a diario, por otorgarme fortaleza, amor y humildad herramientas necesarias para alcanzar el éxito personal y laboral.

A la Universidad San Pedro por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera profesional.

A mis padres por el apoyo incondicional que me brindaron, por sus consejos y por no dejarme rendir.

A los diferentes docentes por brindarnos sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

A mis compañeros, al grupo del comité de jurados y a mi asesor que me brindaron sus aportaciones para poder mejorar la presente investigación.

ANEXOS:

ANEXO N°: 01

**PROPIEDADES DE LA ARENA
EXTRAÍDA DE LA CANTERA VESIQUE.**

VERIFICACIÓN DE GRADACIÓN DE ARENA

Alumna: Coronación Diestra Sthephanny María

Gradación: Arena (Mortero)

Fecha: 09/05/2017

Cantera: Vesique

TAMAÑO DE TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA	
	NTP 339.607	ARENA MANUFACTURADA
Nº 4	100	100 %
Nº 8	95 a 100	96.07 %
Nº 16	70 a 100	76.52 %
Nº 30	40 a 75	46.51 %
Nº 50	20 a 40	30.87 %
Nº 100	10 a 25	21.58 %
Nº 200	0 a 10	4.47 %

VB°



09-05-2017



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH: CORONACION DIESTRA STEPHANNY MARIA
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR 5% DE
 CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y POR 5% DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 11/06/2018

TAMIZ	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N°	Abert. (mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.36	16.50	2.4	97.6
N° 16	1.18	155.38	22.6	75.0
N° 30	0.60	171.88	25.0	50.0
N° 50	0.30	123.75	18.0	32.0
N° 100	0.15	48.13	7.0	25.0
N° 200	0.08	116.88	17.0	8.0
PLATO	ASTM C-117-04	65.00	8.0	0.0
TOTAL		687.5	100.0	

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.20

OBSERVACIONES	
La Muestra tomada identificada por el solicitante.	



Finos		Arena			Grava	
Limo y Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Jorge Montañez Reyes
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. CORONACION DIELTRA STEPHANNY MARIA
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR 5% DE
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y POR 5% DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 11/06/2018

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	725.5	546.6
TARA + SUELO SECO (gr)	722.2	544.3
PESO DEL AGUA (gr)	3.3	2.3
PESO DE LA TARA (gr)	167.7	209.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	554.5	334.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.60	0.69
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.64	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA : BACH. CORONACION DIELTRA STEPHANNY MARIA
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR 5% DE
 CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ Y POR 5% DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCAISH
 CANTERA : VESIGLE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 11/06/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnómetro + agua	gr	869.20	869.20
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm ³	869.20	869.20
D	Peso de picnómetro + agua + material	gr	859.80	859.80
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm ³	109.40	109.40
F	Peso de material seco an sifula	gr	297.15	297.15
G	Volumen de masa (E-(A-F))		106.55	106.55
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.716	2.716
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.742	2.742
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.789	2.789
K	Absorción (%) ((D-A)/A*100)		0.96	0.96

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.716
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.742
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.789
 Absorción (%) : 0.96



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (ASTM C29 / C29M - 09)

SOLICITA : BACH: CORONACION DIESTRA STEPHANNY MARIA
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR 5% DE
 CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y POR 5% DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH
 CANTERA : VESIGUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 11/06/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7700	7750	7700
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4374	4424	4374
Volumen de molde	2780	2780	2780
Peso unitario (Kg/m ³)	1573	1591	1573
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1578		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1569		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8300	8350	8300
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4974	5024	4974
Volumen de molde	2780	2780	2780
Peso unitario (Kg/m ³)	1789	1807	1789
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1795		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1784		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

ANEXO N°: 02

**ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL
(ADT) DE LA CÁSCARA DE ARROZ**



Trujillo, 05 de Julio del 2017

INFORME N° 63 - JUN - 17

Solicitante: Coronación Diestra Sthephanny – Universidad San Pedro -
Chimbote

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: cáscara de arroz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-11S	31.1 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 15 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 31.1 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203510/949790880/958669003 domechavez@hotm.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo



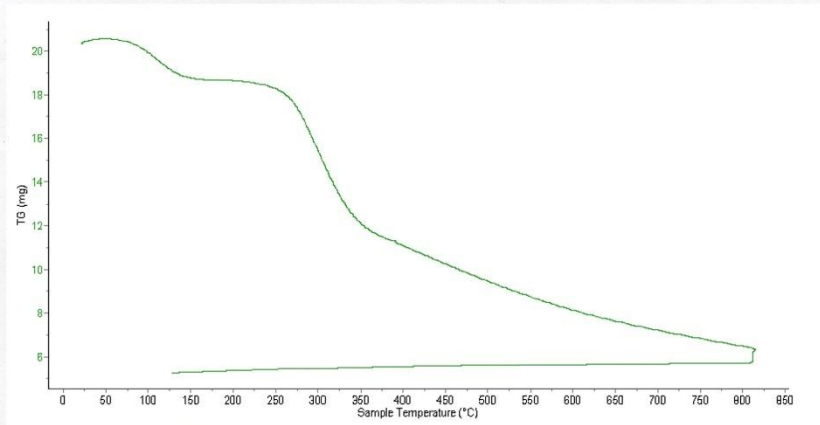


Trujillo, 05 de Julio del 2017

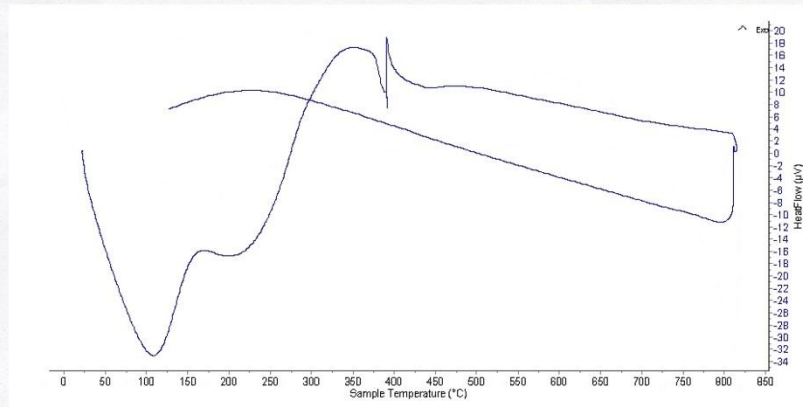
INFORME N° 63 - JUN - 17

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica DSC



4-203510/949/0880/958660003 danchevvez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

[Handwritten signature]



Trujillo, 05 de Julio del 2017

INFORME N° 63 - JUN - 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se percibe (2) importantes pérdidas de masa en la muestra, la primera 80°C y 120°C y la segunda entre 260°C y 320°C. Posteriormente la pérdida es lenta hasta llegar a una pérdida máxima de aproximadamente del 30% de su pérdida inicial
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un (1) pico endotérmico a aproximadamente 100°C y una (1) región endotérmica entre 180 y 220°C y una transición térmica alrededor de los 400°C.

Trujillo, 05 de Julio del 2017



Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

ANEXO N°: 03

**ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL
(ADT) DE LA CONCHA DE ABANICO**



Trujillo, 26 de Setiembre del 2016

INFORME N° 11 - SET-16

Solicitante: Coronación Diestra Stephanny – Universidad San Pedro -
Chimbote

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Concha de abanico (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-11S	38,1 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 15 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 38,1 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa



Tel: 44-203510045/7006800395083003 - jordan@untrujillo.edu.pe / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo



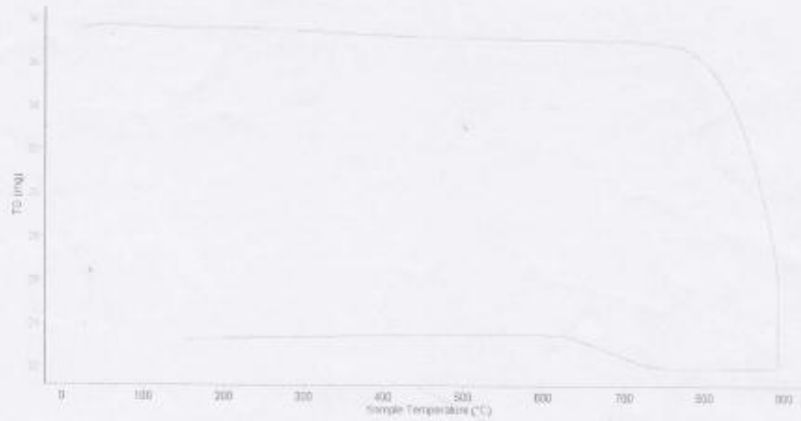


Trujillo, 26 de Setiembre del 2016

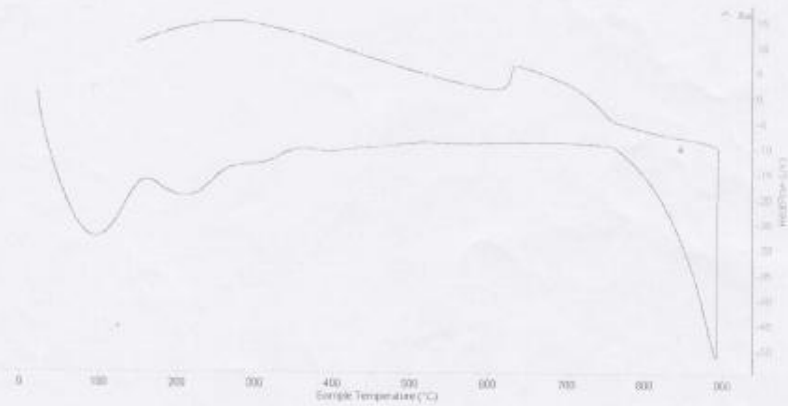
INFORME N° 11 - SET-16

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica DSC



4-2015.10.04.97.01880150.8600003 | direccion@untrujillo.edu.pe / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

[Handwritten signature]



Trujillo, 26 de Setiembre del 2016

INFORME N° 11 - SET-16

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se percibe una estabilidad térmica de la muestra hasta los 800 °C. A partir de 800 °C aparece una caída de la masa.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un (1) pico endotérmico a aproximadamente 100°C y una (1) región endotérmica entre 190 y 250°C. Posteriormente se muestra un pico endotérmico que inicia a 900°C.

Trujillo, 26 de setiembre del 2016



Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

ANEXO N°: 04

**ESPECTROMETRÍA DE
FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE LA
CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ**



INFORME TÉCNICO N° 1547 - 16 - LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : STEPHANNY MARÍA CORONACIÓN DIESTRA
 - 1.2 D.N.I : 70187580
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 14 / 10 / 2016
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 14 / 10 / 2016
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 14 / 10 / 2016
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
 - 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ
 - 4.2 TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ Y 5% DE CONCHA DE ABANICO"
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO N°12 - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.9 °C; Humedad relativa: 60%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX 800-HS.
8. RESULTADOS
 - 8.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	73.853	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Óxido de Potasio (K ₂ O)	22.612	
Óxido de Calcio (CaO)	1.589	
Pentóxido de Fósforo (P ₂ O ₅)	0.833	
Óxido de Manganeso (MnO)	0.530	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.429	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	0.124	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.019	
Óxido de Cobre (CuO)	0.011	

*El porcentaje de error del equipo es de ±0.02

8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ELEMENTOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Silicio (Si)	81.845	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Potasio (K)	11.458	
Calcio (Ca)	3.183	
Azufre (S)	1.540	
Fosforo (P)	0.819	
Manganeso (Mn)	0.631	
Hierro (Fe)	0.437	
Zinc (Zn)	0.055	
Cobre (Cu)	0.031	

*El porcentaje de error del equipo es de $\pm 0.02\%$

9 VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válido solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

Bach. Fiorella Meoño Barturén
Analista Químico
LABICER - UNI



M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Jefa de Laboratorio
Responsable del análisis
CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



Figura 1. Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X



Figura 2. Muestra de ceniza de cáscara de arroz, colocada en el portamuestras



Figura 3. Muestra colocada en el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X



Figura 4. Muestra observada desde la cámara interna del Equipo de Fluorescencia de Rayos X

ANEXO N°: 05

ESPECTROMETRÍA DE
FLUORESCENCIA DE RAYOS X DEL
POLVO DE CONCHA DE ABANICO



INFORME TÉCNICO N° 1546 – 16 – LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : STEPHANNY MARÍA CORONACIÓN DIESTRA
1.2 D.N.I : 70187580
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 14 / 10 / 2016
2.2 FECHA DE ENSAYO : 14 / 10 / 2016
2.3 FECHA DE EMISIÓN : 14 / 10 / 2016
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CONCHA DE ABANICO
4.2 TESIS : *RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR 5% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ Y 5% DE CONCHA DE ABANICO*
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO N°12 - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.9 °C; Humedad relativa: 60%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX 800-HS.

8. RESULTADOS

8.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	99.597	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Óxido de Estroncio (SrO)	0.344	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	0.059	

*El porcentaje de error del equipo es de ± 0.02

8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ELEMENTOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio (Ca)	99.367	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Estroncio (Sr)	0.402	
Azufre (S)	0.231	

*El porcentaje de error del equipo es de $\pm 0.02\%$

9 VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válido solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

Bach. Fiorella Meoño Barturén
Analista Químico
LABICER – UNI

M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Jefa de Laboratorio
Responsable del análisis
CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



Figura 1. Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X



Figura 2. Muestra de ceniza de concha de abanico, colocada en el portamuestras



Figura 3. Muestra colocada en el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X



Figura 4. Muestra observada desde la cámara interna del Equipo de Fluorescencia de Rayos X

ANEXO N°: 06

ANÁLISIS DE pH



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 3224-16

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: STEPHANNY MARÍA CORONACIÓN DIESTRA.
DIRECCIÓN	: Av. Reyna N° 240 Casma
PRODUCTO DECLARADO	: ABAJO INDICADOS.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 04 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de papel cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016-10-14
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2016-10-14
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2016-10-15
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 001775-16

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
M - 1 : Cenizas de Cáscara de Arroz	10,81
M - 2 : Cemento Portland Tipo I	12,77
M - 3 : Polvo de Concha de Abanico	13,09
90% M - 3 + 5% M - 1 + 5% M - 2	12,99

METODOLOGÍA EMPLEADA
pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Octubre 16 del 2016
DVY/jms

Denis M. Vargas Yapez
Jefe de Laboratorio
Físico Químico
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 04
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - - Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

ANEXO N°: 07

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE
FLUIDEZ**



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-PATRON
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH: CORONACION DIESTRA SIPHERANNY MARIA
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR 5% DE
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y POR 5% DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCAASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 11/06/2018
RELACION : AGUA/ CEMENTO 0.65

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
21.50	21.75	10.16	114.07
21.80			
21.70			
22.00			

OBSERVACIÓN La fluidez se debe encontrar dentro del rango: 110 +/-5%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-EXPERIMENTAL
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH. CORONACION DIESTRA STEPHANNY MARIA
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR 5% DE
CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y POR 5% DE POLVO DE COCCHA DE ABANICO
LUSAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCAISH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 11/09/2010
RELACION : AGUA / CEMENTO : 0.680

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
21.80	21.72	10.16	113.78
21.50			
21.78			
21.80			

OBSERVACIÓN La fluidez se debe encontrar dentro del rango: 110 +/-5%

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

ANEXO N°: 08

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN PARA LA MUESTRA
PATRÓN Y EXPERIMENTAL
A LOS 3 y 7 DÍAS**



**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm
(ASTM C 109)**

SOLICITA : BACH: CORONACION DIESTRA STEPHANNY MARIA
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR 5% DE
 CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y POR 5% DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 FECHA : 11/06/2018

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA DE ROTURA	Peso Muestra (gr)	Densidad (gr/cm ³)	Longitud (a) (cm)	Longitud (b) (cm)	Longitud (c) (cm)	Area (a*b) (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia F _c (kg/cm ²)
01	PATRON 3 DIAS	16/05/2017	296.3	2.287	5.10	5.08	5.00	25.91	7454.00	287.71
02	PATRON 3 DIAS	16/05/2017	296.6	2.272	5.08	5.14	5.00	26.11	8164.00	312.66
03	PATRON 3 DIAS	16/05/2017	295.4	2.245	5.11	5.15	5.00	26.32	7351.00	279.33
04	PATRON 7 DIAS	7/06/2017	289.3	2.182	5.20	5.10	5.00	26.52	9275.00	349.74
05	PATRON 7 DIAS	7/06/2017	300.5	2.284	5.19	5.07	5.00	26.31	8954.00	340.28
06	PATRON 7 DIAS	7/06/2017	299.4	2.258	5.21	5.09	5.00	26.52	9089.00	342.74



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL
(ASTM C 109)

SOLICITA : BACH: CORONACION DIESTRA STEPHANNY MARIA
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN MORTERO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR 5% DE
 CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y POR 5% DE POLVO DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 FECHA : 11/06/2018

N°	TESTIGO ELEMENTO	FECHA DE ROTURA	Peso	Densidad	Longitud	Longitud	Longitud	Area	Carga	Resistencia
			Muestra (g)	(gr/cm ³)	(a) (cm)	(b) (cm)	(c) (cm)	(a*b) (cm ²)	Maxima (kg)	Fc (kg/cm ²)
01	EXPERIMENTAL 3 DIAS	18/05/2017	293.6	2.249	5.09	5.13	5.00	26.11	7568.00	289.83
02	EXPERIMENTAL 3 DIAS	18/05/2017	295.5	2.327	5.12	4.96	5.00	25.40	7493.00	295.06
03	EXPERIMENTAL 3 DIAS	18/05/2017	291.8	2.270	5.10	5.04	5.00	25.70	7330.00	285.17
04	EXPERIMENTAL 7 DIAS	14/07/2017	297.8	2.281	5.15	5.07	5.00	26.11	7521.00	288.05
05	EXPERIMENTAL 7 DIAS	14/07/2017	298.0	2.247	5.10	5.20	5.00	26.52	7706.00	290.57
06	EXPERIMENTAL 7 DIAS	14/07/2017	297.2	2.233	5.20	5.12	5.00	26.62	8280.00	311.00



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

ANEXO N°: 10

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN PARA LA MUESTRA
PATRÓN Y EXPERIMENTAL
A LOS 28 DÍAS**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : CORONACION DIESTRA STHEPHANNY MARIA
 Obra : UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Ubicación : URBANIZACION LOS PINOS S/N
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 17-2002
 Recibo N° : 56035
 Fecha de emisión : 09/06/2017

- 1.0. DE LA MUESTRA : Especímenes cúbicos de Mortero.
 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo versa tester ELE-INTERNATIONAL
 Certificado de Calibración CMC-119-2016
 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051.2013.

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	PATRON	12/05/2017	09/06/2017	26.7	9,970	373
2	PATRON	12/05/2017	09/06/2017	26.1	9,654	370
3	PATRON	12/05/2017	09/06/2017	26.6	10,176	383

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. E.G.V.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
Obra : CORONACION DIESTRA STHEPHANNY MARIA
Ubicación : UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Asunto : URBANIZACION LOS PINOS S/N
Expediente N° : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Recibo N° : 17-2002 -2
Fecha de emisión : 56035
 : 10/06/2017

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Especímenes cúbicos de Mortero.
- 2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo versa tester ELE-INTERNATIONAL
 Certificado de Calibración CMC-119-2016
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
1	EXPERIMENTAL	13/05/2017	10/06/2017	26.3	9,970	373
2	EXPERIMENTAL	13/05/2017	10/06/2017	26.6	9,654	370
3	EXPERIMENTAL	13/05/2017	10/06/2017	26.4	10,176	383

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. E.G.V.



Ana Torre Carrillo
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



ANEXO N°: 11

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN PARA LA MUESTRA
PATRÓN Y EXPERIMENTAL
A LOS 45 DÍAS**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : CORONACION DIESTRA STHEPHANNY MARIA
 Obra : UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Ubicación : URBANIZACION LOS PINOS S/N
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 17-2002
 Recibo N° : 56035
 Fecha de emisión : 26/06/2017

- 1.0. DE LA MUESTRA : Especímenes cúbicos de Mortero.
 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo versa tester ELE-INTERNATIONAL
 Certificado de Calibración CMC-119-2016
 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051.2013.

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	PATRON	12/05/2017	26/06/2017	26.6	11,880	447
2	PATRON	12/05/2017	26/06/2017	26.6	10,753	404
3	PATRON	12/05/2017	26/06/2017	26.1	11,767	451

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. E.G.V.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : CORONACION DIESTRA STHEPHANNY MARIA
Obra : UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Ubicación : URBANIZACION LOS PINOS S/N
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 17-2002 -2
Recibo N° : 56035
Fecha de emisión : 27/06/2017

1.0. DE LA MUESTRA : Especímenes cúbicos de Mortero.
2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo versa tester ELE-INTERNATIONAL
 Certificado de Calibración CMC-119-2016
3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
1	EXPERIMENTAL	13/05/2017	27/06/2017	26.3	11,070	421
2	EXPERIMENTAL	13/05/2017	27/06/2017	26.6	11,058	416
3	EXPERIMENTAL	13/05/2017	27/06/2017	26.4	10,827	410

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. E.G.V.



Ana Torre Carrillo
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



ANEXO N°: 12

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN PARA LA MUESTRA
PATRÓN Y EXPERIMENTAL
A LOS 90 DÍAS**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : CORONACIÓN DIESTRA STHEPHANNY MARÍA
 Obra : UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Ubicación : URBANIZACIÓN LOS PINOS S/N
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 17-2522
 Recibo N° : 56578
 Fecha de emisión : 10/08/2017

1.0. DE LA MUESTRA : Especímenes cúbicos de Mortero.
 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo versa tester ELE-INTERNATIONAL
 Certificado de Calibración CMC-119-2016
 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
1	P1 (60)	12/05/2017	10/08/2017	26.3	11,720	446
2	P2 (60)	12/05/2017	10/08/2017	26.7	11,956	448
3	P3 (60)	12/05/2017	10/08/2017	26.7	10,926	409

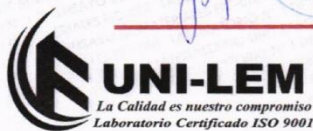
5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G.



Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : CORONACIÓN DIESTRA STHEPHANNY MARÍA
 Obra : UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Ubicación : URBANIZACIÓN LOS PINOS S/N
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 17-2522 - 2
 Recibo N° : 56578
 Fecha de emisión : 11/08/2017

1.0. DE LA MUESTRA : Especímenes cúbicos de Mortero.
 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo versa tester ELE-INTERNATIONAL
 Certificado de Calibración CMC-119-2016
 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	E1 (60)	13/05/2017	11/08/2017	26.6	11,750	442
2	E2 (60)	13/05/2017	11/08/2017	26.4	12,321	467
3	E3 (60)	13/05/2017	11/08/2017	27.9	11,133	414

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G.



NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

